

青海大通退耕还林地生物量与生产力的研究

高国雄^{1,2}, 李文忠³, 周心澄², 贾俊姝², 史常青², 刘国强⁴

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083;

3. 北京市水务局, 北京 100038; 4. 青海大通县林业局, 青海 大通 810100)

摘 要: 对青海大通县退耕还林地生物量和林地生产力进行了研究。结果表明, 在浅山区, 群落总生物量和总生产力与枯枝落叶层现存量呈显著正相关, 以模式 D(中国沙棘)的总生物量和总生产力最大, 为 29.5 t/hm² 和 9.36 t/(hm²·a), 排序为模式 D(中国沙棘) > 模式 C(青杨+枸杞) > 模式 E(柠条) > 模式 B(紫花苜蓿) > 模式 A(川赤芍)。在脑山区, 总生物量和总生产力主要取决于乔木层的生物量, 以模式 F 最大, 排序为模式 F(青海云杉) > 模式 G(华北落叶松) > 模式 J(青杨+中国沙棘) > 模式 K(青海云杉+中国沙棘) > 模式 H(白桦+青海云杉); 同时, 乔木层的生产力与灌木层和草本层的生产力之和呈显著负相关, 乔木层对其下的灌木和草本植物有明显的抑制作用。

关键词: 退耕还林; 生物量; 生产力; 青海大通

中图分类号: S181 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)01-0021-05

1 研究区概况

青海省大通县北川河流域地处祁连山地与黄土高原的过渡带, 介于 100°51′~101°56′E、36°43′~37°23′N 之间, 海拔 2 280~4 662 m。属大陆性气候^[1], 年日照时数为 2 605 h, 年均气温为 2.8℃, 极端最高气温为 30.9℃, 极端最低气温为-33.1℃, 年内无霜期 70~120 d, 年均降水量为 508 mm, 年平均蒸发量为 1 290 mm, 年湿润指数变化范围为 0.56~1.32。主要植物种有青海云杉(*Picea crassifolia*)、祁连圆柏(*Sabina przewalskii*)、华北落叶松(*Larix principis rupprechii*)、白桦(*Betula platyphylla*)、山杨(*Populus davidiana*)、青杨(*Populus cathayana*)、中国沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、柠条(*Caragana korshinskii*)、枸杞(*Lycium chinense*)、川赤芍(*Paeonia veitchii*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、密生苔草(*Carex crebra*)、鹅绒萎陵菜(*Potentilla anserina*)等^[2]。试验分别在浅山区和脑山区各选择 5 种退耕还林(草)配置模式的退耕地布设标准地, 在每个区内, 每种模式设 3 个标准地, 共设置 30 个标准地。土地类型浅山区(2 400~2 750 m)为 1998 年以后所退的坡耕地, 土壤主要为山地栗钙土; 脑山区(275~3 200 m)为 20 世纪 80 年代退耕的坡地, 土壤主要是山地黑钙土及部分山地棕褐土。每一模式类型的各项指标

采用 3 个标准地相应指标的平均值。

2 研究方法

2.1 生物量的测定

2.1.1 地上部分生物量测定 乔木层地上部分生物量的测定采用平均木法, 灌木和草本采用全部收获法^[3~8]。测定标准木或标准小样方内植物地上部分鲜生物量, 推算单位面积鲜生物量。然后把样品带回实验室置于 80℃的烘箱 24 h, 称重, 求出干鲜重比率, 进而推算单位面积上乔灌草地上部分的干生物量。

2.1.2 地下部分生物量测定 乔木以标准木根基处为中心, 标准地平均株行距为边长, 设置矩形样方; 灌木和草本在每个样方内, 设置 1 个 1×1 m² 的小样方。分层挖取, 将根系全部挖出, 仔细挑出各土层中的根系, 称重, 再推算单位面积乔木根系的生物量。然后把样品烘干称重, 求出干鲜重比率, 进而推算单位面积乔灌草植物根系干生物量^[3,9]。

2.2 枯枝落叶层现存量测定

在标准地内设置 5 个 1×1 m² 的样方, 收集每个样方的枯枝落叶, 分别称其重量, 计算样方枯枝落叶现存量的平均值, 推算单位面积枯枝落叶层现存量。然后, 混合取样称重, 把样品带回实验室置于 80℃的烘箱中 24 h, 称重, 求出干鲜重比率, 进而推算单位面积枯枝落叶现存量干重。

收稿日期: 2006-02-10

基金项目: “十五”国家科技攻关计划项目 (2001BA510B01)

作者简介: 高国雄 (1969—), 男, 陕西清涧县人, 在读博士, 副教授, 从事水土保持与荒漠化防治研究工作。E-mail: ggx2000@126.com

2.3 生产力测定

利用生物量推算生产力^[10~15]。

表 1 标准地退耕还林配置模式基本情况

Table 1 The condition of different species arrangement models in different stands										
分区 Subarea	模式 类型 Models	主要植物 Primary plants	林龄 Year (a)	密度 Density	林分类型 Forest types	混交方式 Mixed patterns	坡度 Slope (°)	坡位 Position of slope	坡向 Aspect of slope	土层厚度 Thickness of soil layer(cm)
浅山区 Low-hill areas	A	川赤芍 <i>Paeonia veitchii</i>	5	13500			16	下 Lower	半阳坡 Southern slope	110
	B	紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	5	196000			20	下 Lower	阳坡 Southern slope	95
	C	青杨+枸杞 <i>Populus cathayana</i> + <i>lycium chinense</i>	5	2700+5400	混交林 Mixed forest	行间混交 Mixed interline	15	下 Lower	阴坡 Northern slope	120
	D	中国沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	5	6500	纯林 Pure forest		15	中 Middle	阴坡 Northern slope	65
	E	柠条 <i>Caragana</i>	5	7400	纯林 Pure forest		25	上 Upper	阳坡 Southern slope	75
脑山区 Remote-hill areas	F	青海云杉 <i>Picea crassifolia</i>	20	1695	纯林 Pure forest		18	中 Middle	阴坡 Northern slope	80
	G	华北落叶松 <i>Larix principis rupprechii</i>	20	1900	纯林 Pure forest		20	中 Middle	阴坡 Northern slope	60
	H	白桦+青海云杉 <i>Betula platyphylla</i> + <i>hippophae rhamnoides</i>	20	1900+1900	混交林 Mixed forest	行间混交 Mixed interline	15	中 Middle	阴坡 Northern slope	75
	K	青海云杉+中国沙棘 <i>Picea crassifolia</i> + <i>hippophae rhamnoides</i>	20	3800+12000	混交林 Mixed forest	株间混交 Mixed inter tree	20	中 Middle	阳坡 Southern slope	85
	J	青杨+中国沙棘 <i>Populus cathayana</i> + <i>hippophae rhamnoides</i>	20	1867+12900	混交林 Mixed forest	行间混交 Mixed interline	17	下 Lower	阳坡 Southern slope	165

注:乔木密度为株/hm²,灌木和草本为丛/hm²;栽植时常绿树种苗龄为3年生,阔叶树苗龄为1年生。
Note: Density unit for arbor is trees/hm², for herbage and bush clumps/hm²; the seedling of evergreen tree and broadleaf tree is 3 and 1 year old at planting period respectively.

3 结果与分析

3.1 不同配置模式生物量对比

生物量泛指单位面积上所有生物有机体的干重。植被生物量是生态系统最重要的数量特征之

一,也是研究生态系统物质循环、能量流动和生产力
的基础。由于组成树种不同,形成森林群落的主导
因素不同,即使是处在相同地域,林龄相近的林分,
其生物量的积累仍然会有明显的差异。大通县退耕
还林不同配置模式的生物量详见表 2、表 3。

表 2 浅山区不同配置模式分层生物量(t/hm²)

Table 2 The biomass of divided layer in different species arrangement models in low-hill areas												
模式 类型 Models	乔木层 Tree layer				灌木层 Shrub layer			草本层 Herd layer			枯枝落叶 Litter layer	总计 Total
	干 Trunk	枝叶 Branch & leaf	根 Root	合计 Total	枝叶 Branch & leaf	根 Root	合计 Total	枝叶 Branch & leaf	根 Root	合计 Total		
A	0	0	0	0	0	0	0	1.39	0.97	2.36	1.03	3.39
B	0	0	0	0	0	0	0	1.96	1.36	3.32	1.14	4.46
C	4.88	3.53	1.26	9.67	1.73	0.78	2.50	0.93	0.65	1.58	2.23	15.98
D	0	0	0	0	14.53	6.54	21.07	2.55	1.78	4.33	4.10	29.5
E	0	0	0	0	3.75	1.69	5.44	0.85	0.59	1.44	1.28	8.16

注:总生物量中不包含已分解转化为土壤有机质及矿质养分的部分,下同。
Note: The total biomass does not include the transformed soil organic substances and mineral nutrients. It is the same in following.

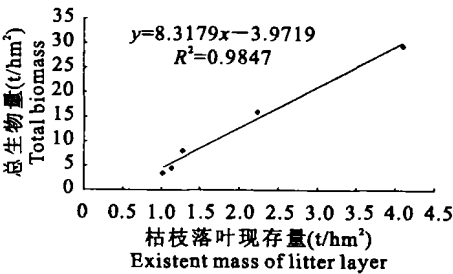


图 1 浅山区枯落物现存量与总生物量关系

Fig. 1 The relation between existent mass of litter layer and biomass in different models in low-hill areas

由表 2、图 1 可以看出,在浅山区,群落总生物量随着枯枝落叶层现存量的增加而增加,并且呈显著正相关,以模式 D 的总生物量最大,为 29.5 t/hm²,排序为模式 D>模式 C>模式 E>模式 B>

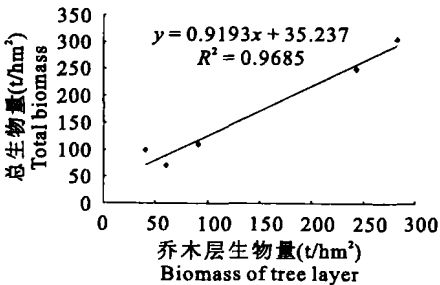


图 2 脑山区乔木层生物量和总生物量的关系

Fig. 2 The relation between biomass of tree layer and total biomass in models in remote-hill areas

模式 A。这是因为沙棘是阳性植物,喜光耐旱,而浅沙区退耕时间短,林地植被少,郁闭度低,因而沙棘长势较好,可以尽快成林,发挥其水土保持生态效益。

表 3 脑山区不同配置模式分层生物量(t/hm²)

Table 3 The biomass of divided layer in different species arrangement models in remote-hill areas

模式 类型 Models	乔木层 Tree layer				灌木层 Shrub layer			草本层 Herd layer			枯枝落叶 Litter layer	总计 Total
	干 Trunk	枝叶 Branch & leaf	根 Root	合计 Total	枝叶 Branch & leaf	根 Root	合计 Total	枝叶 Branch & leaf	根 Root	合计 Total		
F	194.94	61.94	25.69	282.57	0	0	0	0.04	0.03	0.07	22.31	304.95
G	183.08	37.94	22.10	243.12	0	0	0	0.95	0.66	1.61	6.31	251.04
H	43.88	10.35	5.42	59.65	2.04	0.92	2.96	2.00	1.39	3.39	4.19	70.19
K	22.22	14.64	3.69	40.55	30.60	13.77	44.37	0.30	0.21	0.51	14.02	99.45
J	73.63	5.69	11.90	91.22	3.49	1.57	5.06	1.22	0.85	2.07	11.42	109.77

由表 3、图 2 可以看出,在脑山区,不同配置模式的总生物量主要取决于乔木层的生物量,并且与乔木层生物量呈显著正相关,相关系数 0.9695。总生物量排序为模式 F>模式 G>模式 J>模式 K>模式 H。同时,由于退耕年限较长,林分郁闭度较大,乔木层对其下层的灌木和草本植物有明显的抑制作用,模式 F(青海云杉)的乔木层枝叶生物量最大,为 61.94 t/hm²,导致其下没有灌木,草本层生物量最小,为 0.07 t/hm²;灌木层和草本层的生物量占总生物量的比重较小,虽然灌木层生物量以模式 K 的最大,为 44.37 t/hm²;草本层生物量以模式 H 的最大,为 3.39 t/hm²,但是,由于它们的乔木层生物量较小,所以总生物量也较小。同时也说明,在脑山区青海云杉纯林长势较好,这与实际情况相符,通过对群落演替规律研究,青海云杉林是当地的顶级群落。

3.2 不同配置模式生产力对比

生产力是指单位面积和单位时间所产生有机物质的量,也即生产的速率,通常用 t/(m²·a) 表示。生物量与生产力的区别关键在于,前者表示一段时

期积累的生产量,后者表示单位时间(通常为 1 年)内所产生的生物量,后者仅是前者的一部分,即 1 年的生物量,表示积累的速率。大通县退耕还林不同配置模式的生产力详见表 4 和表 5。

由表 4、图 3 可以看出,在浅山区,由于退耕时间较短,乔木层郁闭度低,对林下灌草植被遮荫效果尚不明显,属于大量草本植物入侵阶段,灌草植被生长旺盛。因此,在不同配置模式的总生产力中草本层生产力所占的比重较大;同时,枯枝落叶层现存量与总生产力呈显著正相关。总生产力排序为模式 D>模式 C>模式 B>模式 E>模式 A。

由表 5、图 4、图 5 可以看出,在脑山区,不同配置模式的总生产力,主要取决于乔木层的生产力,并且总生产力与乔木层生产力呈显著正相关,相关系数 0.9713。同时,乔木层的生产力与灌木层和草本层的生产力之和呈显著负相关。这是因为,在脑山区,由于退耕年限较长,林分郁闭度较大,上层乔木植冠层紧密,占据了上层空间,能够充分利用水热条件和太阳光进行光合作用;乔木层对其下的灌木和草本植物有明显抑制作用,使下层的灌木和草本由

于得不到充足的光照而不能得以良好的生长,灌草植被逐渐衰退,形成以云杉为主的林分,逐渐接近于天然林群落。同时,可以看出,坡向对林木生长有一

定影响,针叶树青海云杉在阴坡的表现比阳坡好,生产力较高,这与实际情况相符。总生产力排序为模式 F>模式 G>模式 J>模式 K>模式 H。

表 4 浅山区不同配置模式生产力

Table 4 The productivity of different species arrangement models in low-hill areas

模式类型 Models	年生产力 Productivity[t/(hm ² ·a)]								总计 Total
	乔木层 Tree layer	占总量比 Proportion(%)	灌木层 Shrub layer	占总量比 Proportion(%)	草本层 Herd layer	占总量比 Proportion(%)	枯枝落叶 Litter layer	占总量比 Proportion(%)	
A	0	0	0	0	2.36	92	0.21	8	2.57
B	0	0	0	0	3.32	94	0.23	6	3.55
C	1.9	43	0.50	11	1.58	36	0.45	10	4.43
D	0	0	4.21	45	4.33	46	0.82	9	9.36
E	0	0	1.09	39	1.44	52	0.26	9	2.79

表 5 脑山区不同配置模式生产力

Table 5 The productivity of different species arrangement models in remote-hill areas

模式类型 Models	年生产力 Productivity[t/(hm ² ·a)]								总计 Total
	乔木层 Tree layer	占总量比 Proportion(%)	灌木层 Shrub layer	占总量比 Proportion(%)	草本层 Herd layer	占总量比 Proportion(%)	枯枝落叶 Litter layer	占总量比 Proportion(%)	
F	14.13	92.23	0	0	0.07	0.46	1.12	7.31	15.32
G	12.16	86.30	0	0	1.61	11.43	0.32	2.27	14.09
H	2.98	43.31	0.30	4.36	3.39	49.27	0.21	3.05	6.88
K	2.03	26.43	4.44	57.81	0.51	6.64	0.70	9.11	7.68
J	4.56	59.14	0.51	6.61	2.07	26.85	0.57	7.39	7.71

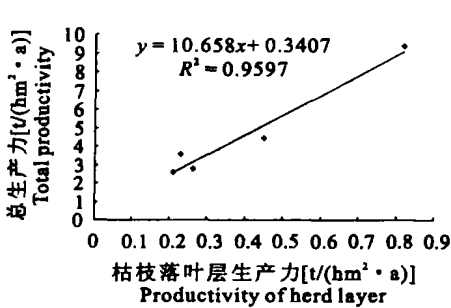


图 3 浅山区枯枝落叶层生产力和总生产力的关系
Fig.3 The relation between productivity of herd layer and total productivity in low-hill areas

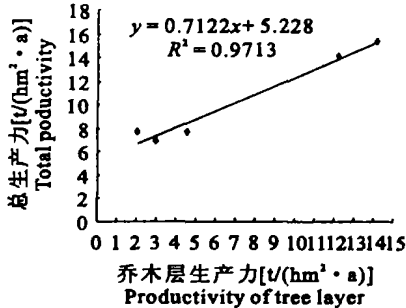


图 4 脑山区乔木层生产力和总生产力的关系
Fig.4 The relation between productivity of tree layer and total productivity in remote-hill areas

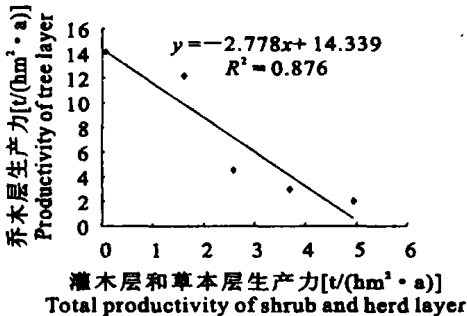


图 5 脑山区乔木层生产力与灌草层生产力的关系
Fig.5 The relation between productivity of tree layer and total productivity of shrub & herd layer in remote-hill areas

4 结 论

1) 在浅山区,以沙棘长势较好,总生物量最大,为 29.5 t/hm²;群落总生物量与枯枝落叶层现存量呈显著正相关;总生产力中草本层生产力所占比重较大,且总生产力与枯枝落叶层现存量呈显著正相关。各模式生物量和生产力排序均为模式 D(中国沙棘)>模式 C(青杨+枸杞)>模式 E(柠条)>模式 B(紫花苜蓿)>模式 A(川赤芍)。

2) 在脑山区,不同配置模式的总生物量和总生产力主要取决于乔木层的生物量和生产力,并且与乔木层生物量和生产力均呈显著正相关,乔木层对

其下的灌木和草本植物有明显的抑制作用。生物量
和生产力排序为模式 F (青海云杉) > 模式 G (华北
落叶松) > 模式 J (青杨 + 中国沙棘) > 模式 K (青海
云杉 + 中国沙棘) > 模式 H (白桦 + 青海云杉)。
3) 结合生产实际, 浅山区发展耐旱灌木沙棘较
好, 可获得较高生产力; 脑山区则以青海云杉较适
宜, 生产力较高, 可成为当地的顶级群落。

参 考 文 献:

[1] 大通县编纂委员会. 大通县志[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1993.
[2] 周立华. 西宁植物志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1999.
[3] 冯宗炜, 王效科, 吴 刚. 中国森林生态系统的生物量 and 生产
力[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
[4] 阮成江, 李代琼. 沙棘林木生长地上部分生物量动态[J]. 陕西
林业科技, 2000, (3): 10—14.
[5] 韩有志, 李玉娥. 华北落叶松人工林生物量的研究[J]. 山西农
业大学学报, 1997, 11(3): 278—283.
[6] 梁建萍, 张变香. 油松人工林林木生物量的研究[J]. 山西农业

大学学报, 2000, 40(4): 339—341.
[7] 方 华, 孔凡斌. 不同密度火炬松林生物量及其分配[J]. 福建
林学院学报, 2003, 23(2): 182—185.
[8] 李铭红. 40 龄青冈林林木层的生物量和净生产量研究[J]. 浙
江师大学报, 2000, 23(2): 186—189.
[9] 王永祥. 日本落叶松人工林生物量及器官分配规律的研究[J].
辽宁林业科技, 1999, (2): 17—20.
[10] 潘 攀. 墨西哥柏人工林生物量 and 生产力研究[J]. 长江流域
资源与环境, 2002, 41(2): 133—136.
[11] 罗 辑. 贡嘎山森林生物量 and 生产力的研究[J]. 植物生态学
报, 2000, 24(2): 191—196.
[12] 万书成, 白国强. 绥阳林业局森林与湿地交错带群落生产力的
研究[J]. 中国林副特产, 2004, 12(5): 44—46.
[13] 曹志伟, 张玉柱. 论嫩江沙地半固定沙地人工林群落生产力
[J]. 防护林科技, 2004, 61(4): 73—75.
[14] 邹春静. 长白松人工林群落生物量 and 生产力的研究[J]. 应用
生态学报, 1995, 6(2): 123—127.
[15] 孔维静, 郑 征. 岷江上游茂县退化生态系统及人工恢复植
被地上生物量及净初级生产力[J]. 山地学报, 2004, 22(4):
445—450.

Research on biomass and productivity of conversion cropland to forest
in Datong County of Qinghai Province

GAO Guo-xiong^{1,2}, LI Wen-zhong³, ZHOU Xin-cheng¹, JIA Jun-shu¹, SHI Chang-qing¹, LIU Guo-qiao⁴
(1. College of Resource and Environment, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;
2. College of Water and Soil Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Beijing
Water Authority, Beijing 100038, China; 4. Datong County Forestry Bureau of Qinhai Province, Datong 810100, China)

Abstract: The biomass and productivity of conversion cropland to forest in Datong County of Qinghai
Province were analyzed in the paper. The result indicated that in the shallow — mountainous area, the total
biomass and the total productivity of the community assumed connected remarkably with the existent mass of lit-
ter layer of forestland. The total biomass and the total capacity of model D (*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinen-
sis*) were the biggest, which were 29.5 t/hm² and 9.36 t/(hm²·a), and the range was pattern D (*Hippophae
rhamnoides* ssp. *sinensis*) > pattern C (*Populus cathayana* + *Lycium barbarum*) > pattern E (*Caragana ko-
rshinskii*) > pattern B (*Medicago sativa*) > pattern A (*Paeonia veitchii*). In the high-mountainous area, the
total biomass and the total capacity were decided mainly by the biomass of tree layer, pattern F was the biggest,
and arranges as pattern F (*Picea crassifolia*) > pattern G (*Larix principis rupprechii*) > pattern J (*Popu-
lus cathayana* + *Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) > pattern K (*Picea crassifolia* + *Hippophae rhamnoides*
ssp. *sinensis*) > pattern H (*Betula latyphylla* + *Picea crassifolia*). At the same time, the level productivity
assumed a remarkable inverse correlation with the sum of productivity of the bush level and the field layer. This
explained that in high-mountainous area the tree layer has the obvious inhibitory action to the bush and herb un-
der it, because canopy density of forest was increased along with the years of conversion cropland to forest.

Keywords: conversion cropland to forest; biomass; productivity; Datong County of Qinghai Province