

云南省生物多样性与传统知识研究会

社区生计部研究报告 20

火烧改良草地年度观测报告

(2005 年)

**Monitoring report on impact of fire on
rangeland improvement (2005)**

2006 年 2 月



云南省生物多样性和传统知识研究会 (CBIK)

地址：云南省昆明市严家地中环大厦 A 座 3 楼 650034

电话：+86 871 4123519 传真：+86 871 4124871

联系人：研究会执行主任 钱洁



《滇西北农牧区生计改良项目》小中甸乡草场生态恢复研究

火烧改良草地年度观测报告

(2005 年)



《滇西北半农半牧生计区小中甸乡草场生态恢复研究项目》于 2005 年 1 月及 4 月聘请西南林学院吴德友教授在小中甸乡托木南村开展了火烧改良牧场的试验。2005 年 9 月，项目委托中国科学院昆明植物研究所对火烧结果进行评估。

该评估项目由成都生物研究所罗鹏博士和昆明植物研究所杨永平副所长共同策划和设计。2005 年 9 月 14 日 - 16 日，成都生物研究所易绍良博士，昆明植物研究所杨雪飞博士和硕士研究生于海英，以及云南省生物多样性与传统知识研究会梁烨和赵之铭共同完成野外调查。数据分析和报告编写由易绍良博士和罗鹏博士共同完成。



Kunming Institute of Botany, CAS
中国科学院昆明植物研究所



Center for Biodiversity and Indigenous Knowledge
云南省生物多样性和传统知识研究会



Chengdu Institute of Biology, CAS
中国科学院 成都生物研究所

致 谢

野外观测和报告的撰写工作是在云南生物多样性和传统知识研究会（CBIK）的资助下完成。

中国科学院成都生物研究所魏太昌研究员、王乾博士协助鉴定了植物标本。香格里拉县高山植物园提供标本采集工具。在此致谢。

目 录

1. 前言
2. 评估目的、指标及方法
3. 结果及分析
4. 初步结论
5. 问题与建议

1. 前言

在世界上的许多地方，包括非洲广阔的半干旱稀树草原区（savanna）、欧洲及美洲温带草原区、以及大多数的热带、亚热带及温带山区，采用人为控制性火烧的方法以清除毒害草及灌丛是一种十分普遍的传统牧地管理技术。在青藏高原东部及东南部山区，亚高山带森林植被格局的变化及现实植被格局的形成，与这一传统的牧地管理技术在历史上的普遍应用具有密切的关联。

火烧是既省钱又省时的牧场管理手段。在滇西北地区，如同在青藏高原东部及东南部的大部分山区一样，牧民曾经将火烧作为控制牧场杂草、提高牧草质量、改善牲畜取食环境的主要甚至唯一的管理措施。

但是，最近二十余年来，由于森林防火和自然保护等原因，利用火烧改良牧场的传统做法受到政府部门的严格限制。野外生产用火需要经过森林防火、林业等部门的严格审批，手续相当繁琐，因此这种行之有效的传统牧场管理方式实际上已经基本上停止。但与此同时，管理部门以及牧民又缺乏经济、有效、容易掌握和使用的技术手段代替传统火烧对牧场进行管理，造成传统牧场基本缺乏人为管理措施，灌丛等木本植物侵入草地的现象（woody encroachment）日趋严重。木本植物入侵往往造成饲草产量减少、毒、害草比例上升、禾本科植物比例下降、牲畜喜食草类的减少等等，由此显著地降低了草地作为山区草地畜牧业基础的质量。同时，随着灌木盖度的增加，造成植被类型的改变，从而威胁到传统资源利用方式以及与之有关社会经济活动。由于缺少人为干预措施特别是火烧等传统管理手段，近年来滇西北地区很大一部分亚高山和高山牧场出现灌木盖度和高度增加，牧草种类、数量减少、质量降低，牲口不愿意在这些地方觅食，从而使该地区牲口能够真正利用的有效牧场面积迅速降低。灌木挤占牧场，增加了没有被灌木侵占的或灌木入侵比较轻的地方的牲口数量和放牧强度，造成局部地方超载过牧，草场退化。局部的退化进一步导致尚未退化或者退化较轻的地方放牧强度的增加，草场退化面积进一步扩大，最后造成整个草地生态系统的退化，严重威胁到当地畜牧业发展的基础。实际上，在很多地方，牧场的退化不是由于牲口数量的增加而引起的，而是由于有效放牧资源的减少而造成的。因此，要保证当地群众对其传统资源的传统利用、提高牧草质量、降低或分散放牧强度、避免牧场退化，非常重要的一个方面就是要控制灌木入侵，保证和提高牧场的有效面积。

在没有设计出更加安全、有效、省钱、省时的手段之前，火烧作为一种传统的并受到科学研究结果所支持的牧场管理手段应该重新受到重视。实际上，人工火烧或者是有控制的火烧已经被许多国家的土地资源管理和农林部门作为一种常规的管理手段。早在 1890 年，美国就有人提出计划烧除（prescribed burning）的概念。在随后的一个多世纪中，人们从火烧机理、火烧在生态系统进化和全球自然景观形成中的作用、火烧对生态系统的各个组成部分的影响等方面进行了广泛而深入的研究，并且从利用和管理的角度在如何根据不同的植被类型和可燃物状况通过对火烧时机和点火方式的控制来调控火烧强度、实现资源管理目标等方面也取得了长足的进展。

目前,计划烧除技术已经广泛应用于平整土地、降低火险、控制人工林内竞争性植被生长、控制森林病虫害、管理动物栖息环境、维护和转变植被类型、维持特定物种和种群、促进物种和景观多样性以及维持生态系统等。在我国的西南、中南和东北地区,林业部门每年都要开展大面积的计划扫除,降低森林火险。在我国内蒙古地区,畜牧部门每年开展计划烧除来促进提高牧场质量。

研究表明,火烧后生长的嫩草、萌发的枝条和树叶等比火烧前更鲜嫩适口、更富有营养。火烧可以提高草的有效营养成分,火烧后长出的草中粗脂肪、促蛋白、无氮浸出物等含量都比未火烧地要高。在灌丛草地中,火烧去除杂草能够显著提高草地的产草量。同时,由于改善了通行条件,有利于分散牲口的啃食压力,降低局部过牧风险。火烧虽然可导致 N、P、S、Ca 等元素的流失,但适度的火烧有利于促进生态系统的物质流和能量流。特别是在高寒地区,死地被物分解速度非常缓慢,火烧可以加速物质循环、增加可利用营养物质,有利于植物的生长。火烧后由于清除了上层植被,因而可显著促进下层草本植物的生长;火烧改变了土壤 PH 值,从而增加有效氮含量,也通过矿化过程,使其他元素从活生物量和腐植物中重新回到土壤,从而有利于草本植物特别是禾本科植物的生长,进而显著改善牧地质量。

不过,计划烧除是一项科学性和实践性都很强的工作。研究表明,在青藏高原东部及东南部横断山地区所发生的火灾中,有 75% 是人为导致的,而其中又有一半以上与放火烧荒等生产性活动有关。利用火烧对生态系统管理要求人们对火烧机理、火与环境、火与具体的物种、种群、群落和生态系统之间的互动关系有比较深刻的了解。同时还必须对生态系统的多重管理目标进行权衡和取舍并制定出切实可行的烧除方案和烧除规程。虽然在滇西北地区火烧曾经一直是牧民传统的牧场管理手段,但是如何将这种传统的做法规范化和科学化,并使之既符合当地特定的文化和社会背景又符合当地亚高山和高山环境的自然和生态状况,同时又能够实现改良牧场和保护当地独特而丰富的生物多样性的多重目标是一个十分必要而前人又尚未涉猎的课题。

《滇西北农牧区生计改良项目》在小中甸乡的草场生态恢复研究课题在这方面做了非常有益的尝试。该项目于 2005 年 1 月及 4 月聘请西南林学院吴德友教授在小中甸乡托木南村开展了火烧改良牧场的试验。本报告即从生物多样性、产草量和试验设计等方面对该火烧试验进行了分析和评估,并提出了有关建议。

2. 评估目的、指标及方法

2.1 评估目的

- (1) 比较火烧样地与对照样地生物多样性变化。
- (2) 比较火烧和对照样地物种构成、灌木的地面生物量和草本层生物量差异
- (3) 比较对火烧迹地进行围栏和无围栏处理之区别
- (4) 比较不同季节火烧处理对改良牧场的作用

2.2 评估指标:

- (1) 物种组成及生物多样性指数
- (2) 草本植物地面生物量(鲜重、风干重、烘干重)
- (3) 灌木地面生物量(鲜重、风干重、烘干重)
- (4) 火烧处理及对照样方内总(灌木+草本)产草量及可食产草量

2.3 方法及程序:

根据研究目的和评估指标,评估方法及程序参考《陆生生物群落调查观测与分析》(孙鸿烈等编写,科学出版社出版)及《2005 年全国草原资源与生态监测技术操作手册》(农业部草原监理中心,2005 年 4 月)的方法进行。对于未进行火烧的样地按照高大灌木及高草草地类型设计调查样方;对于进行过火烧的样地按则按照草本及矮小灌木草地类型设计调查样方。具体如下。

2.3.1 生物多样性及生长状况调查

(1) 火烧迹地调查

在火烧迹地内典型地段设置 $2 \times 5 \text{m}^2$ 样方 3 个,进行下列调查:

- ✓ 分别记录样地内灌木幼苗、萌发嫩枝和未烧死的灌木的名称、高度、冠幅、盖度、物候、生活力等,完成表 1 的所有内容。
- ✓ 在每个样方内均匀设置 3 个 $1 \times 1 \text{m}^2$ 的样方,分别记录草本物种的名称、高度、冠幅、丛数、物候、生活力等,完成表 2(见附录 1)的所有内容。

(2) 未火烧样地调查

在未火烧样地内设置 $2 \times 5 \text{m}^2$ 样方 3 个,进行下列调查:

- ✓ 记录整个样方内灌木种类、高度、冠幅、丛数、盖度、物候、生活力等,完成表格 1 的内容。
- ✓ 在每个上述样方内均匀设置 3 个 $1 \times 1 \text{m}^2$ 的样方,分别记录草本物种的名称、高度、冠幅、盖度、物候、生活力等,完成表 2(见附录 1)的所有内容。

2.3.2 生物量及产草量调查

利用齐地面收割法,测量灌木及草本生物量。

(1) 火烧迹地植物地面生物量调查

- ✓ 灌木生物量调查

火烧迹地内灌木生物量根据烧除情况利用 2×5 平方米样方进行。在火烧迹地内选择典型地段设置 2×5 平方米样方 1 个。调查样地内每一种灌木按照株丛大小(大、中、小分类)分别记数;再抽取大、中、小标准株各一丛,量测冠幅度(长度和宽度),齐地面收割。剪

取当年枝条，分别称重当年生枝条和老枝。取 100 克当年生枝条鲜样本，用于测定风干重及烘干重。再取 100 克老枝条样本装袋用于测定烘干重。将大、中、小株丛重量分别乘以各自的株丛数，再相加即为 100 平方米内灌丛产草量。上述结果用于计算样地灌木地面生物量。测定结果填写在

✓ 草本植物生物量调查

在测定灌木生物量的样方内，分别设置 1x1 平方米样方 3-5 个，采取齐地面刈割法测定草本植物地面生物量，按照地上可食产草量和总产草量进行分别测定鲜重，然后将鲜草（根据情况选取 50-100 克）分别装袋，测定风干重和烘干重。

(2) 未火烧样地植物地面生物量调查

✓ 灌木生物量调查

未火烧样地内灌木生物量用 10x10 平方米样方进行。在典型地段设置 10x10 平方米样方一个。调查样地内每一种灌木按照株丛大小（大、中、小分类）分别记数；再抽取大、中、小标准株各一丛，量测冠幅度（长度和宽度），齐地面收割。剪取当年枝条，分出可食部分和不可食部分。分别称重当年生枝条和老枝以及当年生枝条中的可食部分。取 100 克当年生枝条鲜样本装袋，用于测定烘干重和风干重；再取 100 克老枝条样本装袋用于测定烘干重。将大、中、小株丛重量分别乘以各自的株丛数，再相加即为 100 平方米内灌丛产草量。上述结果用于计算样地灌木地面生物量和可食草产量。测定结果填写在表格 3 中（见附录 1）。

✓ 草本植物生物量调查

在测定灌木生物量的样方内，分别设置 1x1 平方米样方 3-5 个，采取齐地面刈割法测定草本植物地面生物量，按照地上可食产草量和总产草量进行分别测定鲜重，然后将鲜草（根据情况选取 50-100 克）分别装袋，测定风干重和烘干重。将调查及测定结果填写在表格 4 中（见附录 1）。

2.3.3 数据处理

(1) 测定生物量和产草量的样本在自然风干以后，称量产草量样本重量，计算风干重；然后将全部样本在摄氏 110 度温度下烘干 6 小时，称量并计算样本烘干重。

(2) 利用 SPSS (11.0) 及 EXCEL 软件计算和统计物种多样性及产草量等。

3. 结果与分析

3.1 生物多样性

3.1.1 群落类型

所有对照样方的灌木层均为以灰背杜鹃为主的近单优群落，平均高度为 90-100cm，其中有少量的绣线菊。草本层主要为丽江剪股颖 (*Agrostis aschneideri*)、短轴嵩草 (*Kobresia pratii*)、苔草 (*Carex* sp.)、深紫糙苏 (*Phlomis atropurpurea*)、大理白前 (*Cyanthum forrestii*)、椭圆叶花锚 (*Halenia elliptica*)、蔗草 (*Scirpus* sp.)、丽江香青 (*Anaphalis*

likiangensis)、珠峰火绒草(*Leontopodium himalayanum*)、矮地榆(*Sanguisorba filiformis*)等。在四月份烧除的对照样地中,狼毒(*Euphorbia nematocypha*)和西南鸢尾(*Iris bulleyana*)的比重比较大。火烧迹地和对照样方内优势物种有比较大的差异。在火烧迹地内,火烧除了全部的灌木老枝条,但是,几乎所有的灌木丛都从基部萌发了嫩枝条,高度在 25cm 左右,盖度平均为 30%左右。

3.1.2 物种数量

从物种数量上看,1 月份烧除样方和对照样方均明显高于 4 月份烧除样方和对照样方。除 4 月份烧除样方外,围栏内外物种数量没有明显差异。烧除样方和对照样方内的物种数量没有显著差异,但是物种组成有较大的不同。在 1 月份试验样地内,对照样方内优势物种主要为丽江剪股颖、短轴嵩草、深紫糙苏等,而在烧除样方内则以短轴嵩草、苔草和深紫糙苏为主,丽江剪股颖比较少。在烧除样方中出现了很多在对照样方内没有的多种紫菀、廖等。

在 4 月份试验的围栏样方内,对照样方的优势物种为短轴嵩草、苔草和深紫糙苏,而火烧样方内则以鸢尾、短轴嵩草和大狼毒为主。在围栏外,对照样方内的优势物种主要为苔草、大理白前和鸢尾,而在火烧样方内则为短轴嵩草、苔草和鸢尾。由于缺乏足够的重复样地,所以有些差异还很难说就完全是由于火烧引起的。另外,由于评估时间距离火烧试验时间不到一年的时间,所以目前观察到的还只是短期现象

各样地各生物多样性指数(均值)如下表。

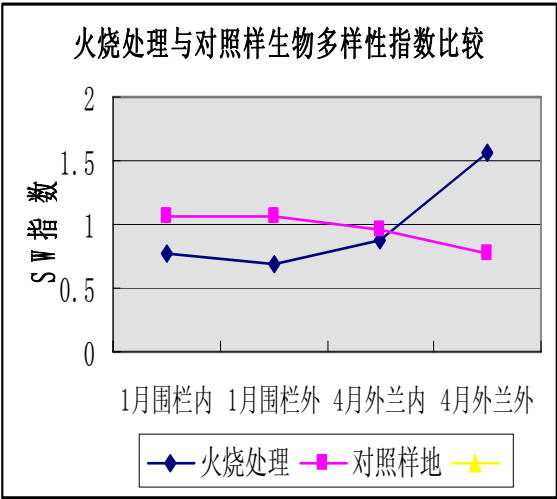
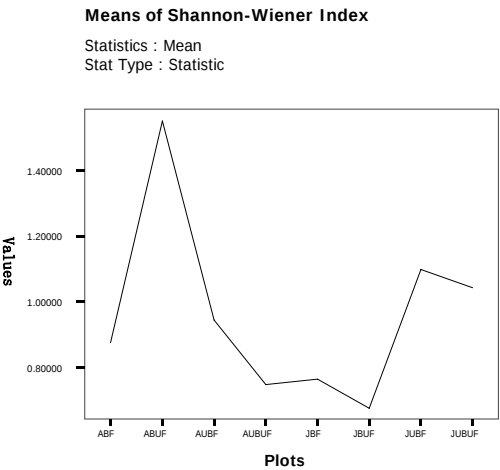
表 1 各样地各多样性指数(均值)

	物种数量	Shannon-Wiener	Margalef's	Evenness	Simpson's Dominance	Simpson's Diversity (1 / Dominance)	Simpson's Diversity (1 - Dominance)	Richness
1 月份火烧围栏内 JBF	33	0.764	1.496	0.265	0.688	1.732	0.312	19
1 月份火烧围栏外 JBuF	30	0.676	1.232	0.251	0.720	1.452	0.280	15
1 月份对照围栏内 JuBF	32	1.097	1.349	0.403	0.482	2.186	0.518	15
1 月份对照围栏外 JUBUF	32	1.043	1.670	0.362	0.551	2.085	0.449	18
1 月份火烧围栏内 ABF	20	0.875	1.011	0.346	0.612	1.746	0.388	12
4 月份火烧围栏外 ABuF	27	1.549	1.618	0.570	0.364	3.916	0.636	15
4 月份对照围栏内 AuBF	23	0.944	1.106	0.366	0.531	2.269	0.469	13
4 月份对照围栏外 AuBuF	24	0.748	1.205	0.286	0.645	1.732	0.355	14

反映生物多样性指标的各个指数在各样地内各个样方之间变化幅度也比较大，比较分散。这一点从 Shannon-Wiener 指数的各统计特征上具有明显的反映。

各样地Shannon-Wiener多样性指数统计特征表

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std.	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
4月份烧除围栏内ABF	3	.770	.447	1.217	.87525	.22640	.392129	.154
4月份烧除围栏外ABUF	3	1.272	.749	2.021	1.54887	.40217	.696573	.485
4月份对照围栏内AUBF	3	1.126	.355	1.480	.94418	.32605	.564736	.319
4月份对照围栏外AUBUF	9	1.033	.192	1.225	.74794	.11598	.347940	.121
1月份烧除围栏内JBF	9	1.653	.208	1.860	.76429	.17390	.521702	.272
1月份烧除围栏外JBUF	9	.960	.243	1.203	.67647	.09739	.292169	.085
1月份对照围栏内JUBF	9	.863	.551	1.413	1.09745	.08369	.251067	.063
1月份对照围栏外JUBUF	9	1.149	.567	1.716	1.04339	.15218	.456543	.208



从生物多样性指数来看，除了 4 月份试验中围栏外火烧样地的生物多样性指数明显高于对照样地外，其余几组中对照样地均高于火烧样地。但是通过 t 检验，表明在 $P=0.05$ 水平上，火烧样地与对照样地之生物多样性不存在显著性差异，具体见下列各统计特征量。

火烧样地与对照样地各多样性指标均值、标准偏差及标准差

Dependent variables	处理	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Shannon-Wiener	火烧样地	4	.96600	.397104	.198552
	对照样地	4	.95800	.153668	.076834
Margalef's	火烧样地	4	1.33925	.271737	.135868
	对照样地	4	1.33250	.246128	.123064
Evenness	火烧样地	4	.35800	.147406	.073703
	对照样地	4	.35425	.049101	.024551
Simpson's Dominance	火烧样地	4	.59600	.161162	.080581
	对照样地	4	.55225	.068290	.034145
Simpson's Diversity (1/Dominance)	火烧样地	4	2.21150	1.144373	.572187
	对照样地	4	2.06800	.236298	.118149
Simpson's Diversity (1-Dominance)	火烧样地	4	.40400	.161162	.080581
	对照样地	4	.44775	.068290	.034145
Total Number	火烧样地	4	3035.00	1766.781	883.391
	对照样地	4	2135.75	646.073	323.037
Richness	火烧样地	4	15.25	2.872	1.436
	对照样地	4	15.00	2.160	1.080

火烧样地与对照样地各生物多样性指数均值差异性检验 (Independent Samples Test)

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon-Wiener Index	方差齐	2.513	.164	.038	6	.971	.00800	.212900	.512947	.528947
	方差不齐			.038	3.879	.972	.00800	.212900	.590462	.606462
Margalef's Index	方差齐	.226	.652	.037	6	.972	.00675	.183317	.441810	.455310
	方差不齐			.037	5.942	.972	.00675	.183317	.442870	.456370
Evenness	方差齐	2.717	.150	.048	6	.963	.00375	.077685	.186337	.193837
	方差不齐			.048	3.658	.964	.00375	.077685	.220137	.227637
Simpson's Dominance	方差齐	1.973	.210	.500	6	.635	.04375	.087517	.170396	.257896
	方差不齐			.500	4.044	.643	.04375	.087517	.198205	.285705
Simpson's Diversity (1/Dominance)	方差齐	5.212	.063	.246	6	.814	.14350	.584257	.286126	.573126
	方差不齐			.246	3.255	.821	.14350	.584257	.636019	.923019
Simpson's Diversity (1-Dominance)	方差齐	1.973	.210	.500	6	.635	-.04375	.087517	.257896	.170396
	方差不齐			.500	4.044	.643	-.04375	.087517	.285705	.198205
Total Number	方差齐	2.963	.136	.956	6	.376	899.25	940.602	402.320	200.820
	方差不齐			.956	3.788	.396	899.25	940.602	770.875	569.375
Richness	方差齐	.108	.754	.139	6	.894	.25	1.797	-4.147	4.647
	方差不齐			.139	5.571	.894	.25	1.797	-4.230	4.730

(各样地内各生物多样性指数指标统计特征见原始数据相应部分。)

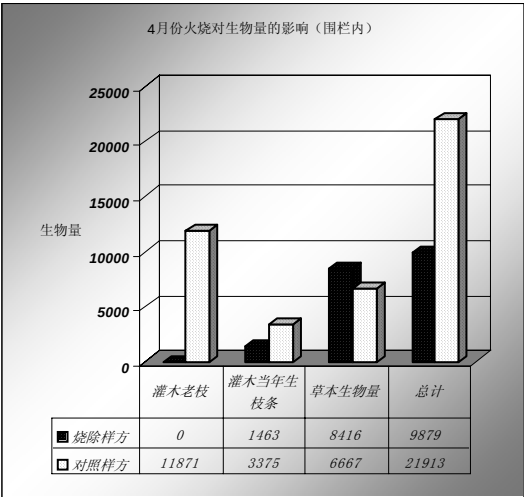
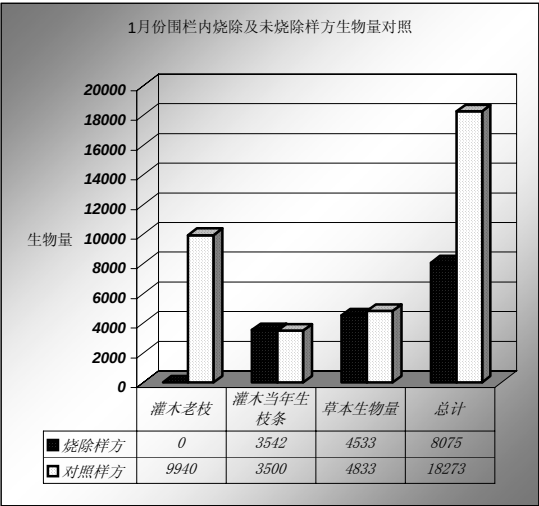
3.2 生物量

考虑到研究和评估的目的,我们只对样地的地面生物量(千克/公顷)分灌木老枝条、灌木当年生枝条和草本部分分别进行了评估。同时,由于时间关系和评估要求,主要对现存生物量进行了评估。

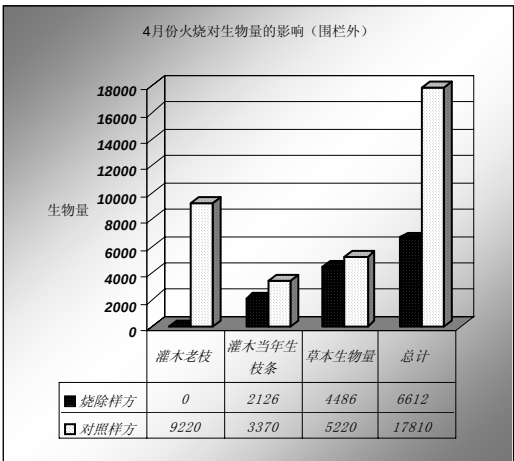
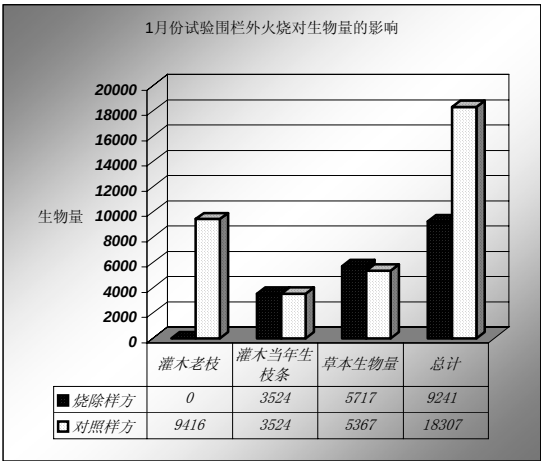
3.2.1 生物量鲜重

(1) 烧除的作用

在有围栏的情况下，在 1 月份烧除样地中，火烧样地内当年生枝条和对照样方内的当年生枝条生物量相差仅 1.2 %。火烧样方内的草本生物量比对照样方少 6.2%。由于火烧样地内灌木老枝生物量为零，因此对照样地内总生物量比火烧样地内高 126%。在 4 月份烧除样地中，火烧样地内当年生枝条仅为对照样方内的当年生枝条生物量的 43 %。火烧样方内的草本生物量比对照样方高 26.1%。火烧样地内总生物量仅为对照样地的 45 %。



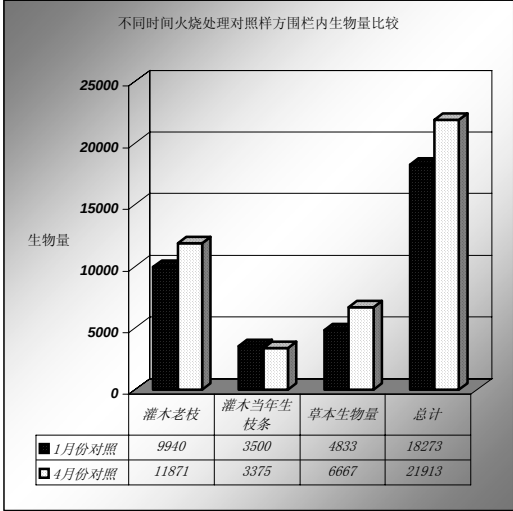
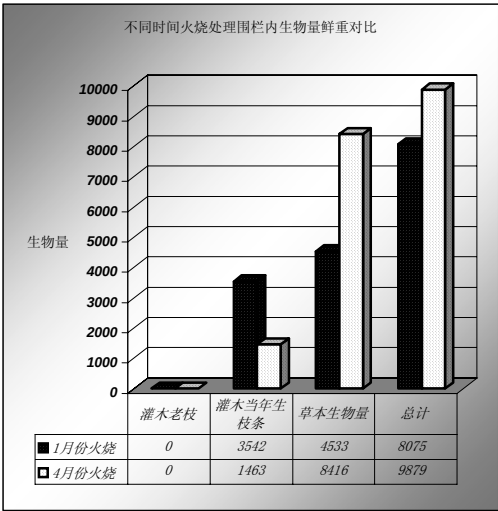
在不围栏的样地内，1 月份火烧样地与对照样地灌木当年生枝条相等；火烧样地内草本生物量比对照样地高 6.5%，而总生物量则只有对照样方内的 49.5%。在 4 月份火烧试验中，火烧样地灌木当年生枝条比对照样方低 36.9%，草本生物量比对照样方低 14.1%，总生物量仅为对照样方的 37 %。



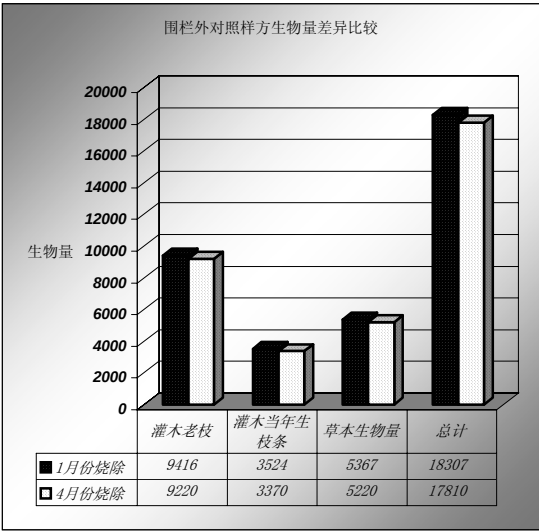
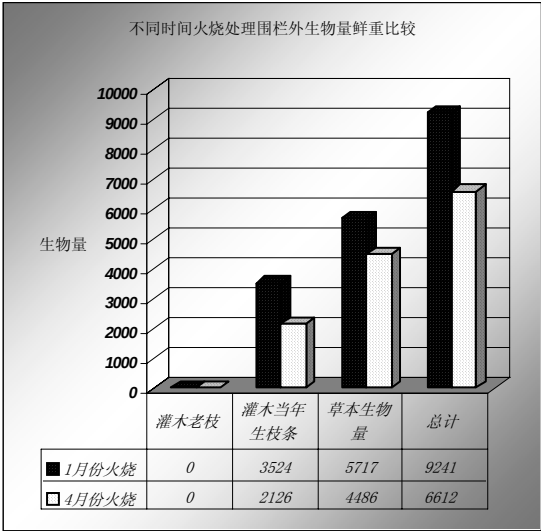
(2) 不同烧除时间对生物量的影响

从烧除时间来分析，在围栏样方内，一月份烧除样方草本生物量和总生物量分别比 4 月

份烧除样方低 46.1 % 和 18.2 %。但是，一月份烧除样地内的灌木当年生枝条比 4 月份烧的样地高 142%。在未围栏的情况下，1 月份烧除样地灌木当年生枝条、草本生物量和总生物量分别比 4 月份烧除样地高 65.8%、27.4 % 和 39.8 %。

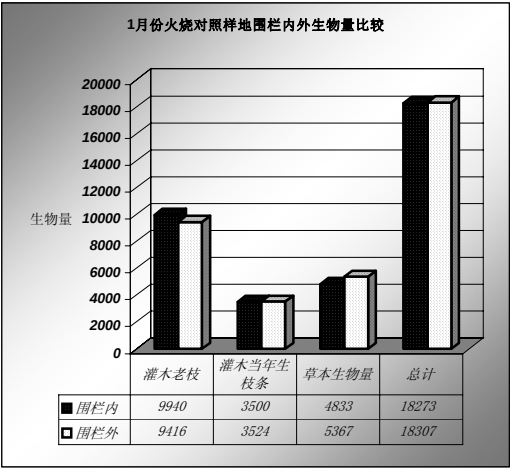
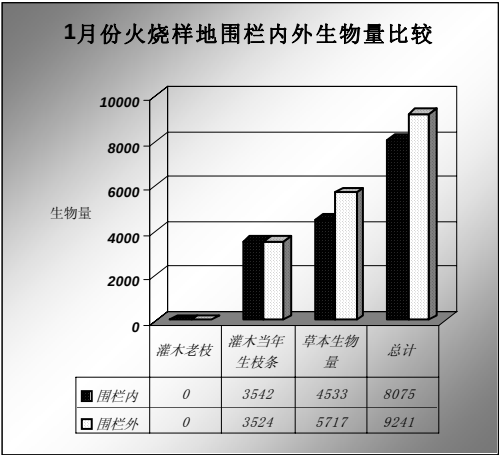


但是，不同烧除时间的对照样地之间也存在着明显差异。在围栏情况下，一月份烧除对照样方灌木老枝条、草本生物量和总生物量分别比 4 月份烧除对照样方低 16.2%、27.5% 和 16.6%。1 月份烧除对照样方灌木当年生枝条比 4 月份样地高 3.7%。在未围栏的样地内，1 月份烧除样方灌木老枝、当年生枝条、草本生物量和总生物量分别比 4 月份火烧对照样地高 2.1%、4.7%、2.8% 和 2.8%。

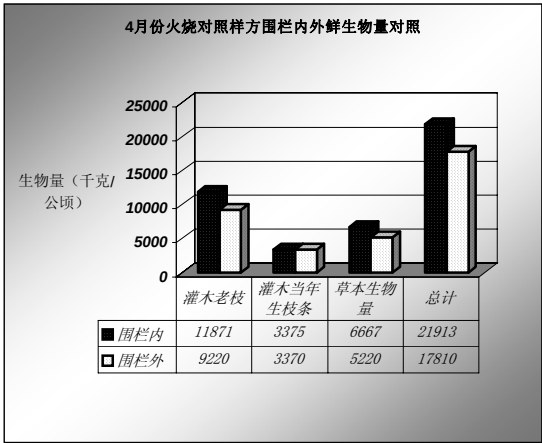
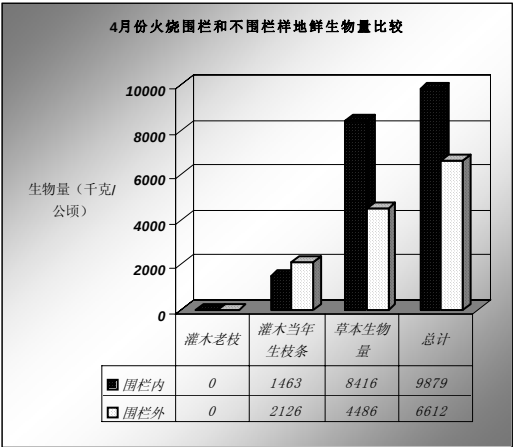


(3) 围栏及放牧的作用

在一月份烧除的样地内，围栏内和围栏外灌木老枝条均为零，灌木当年生枝条几乎相等。但是围栏内草本生物量和总生物量分别比围栏外低 20.7 % 和 12.6 %。在火烧对照样方内，围栏内外样地在灌木当年生枝条和总生物量方面没有明显差异；围栏内灌木老枝条和草本生物量分别比围栏外高 5.6% 和 10.0%。



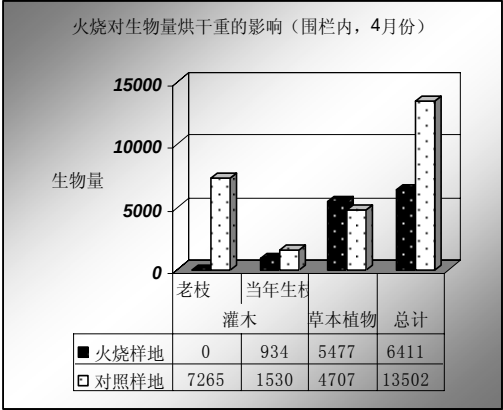
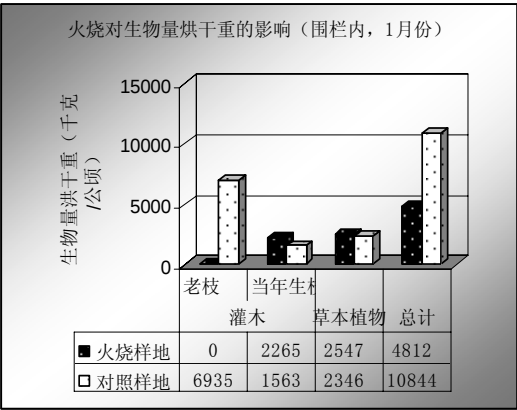
在 4 月份烧除样地内，围栏内总生物量比围栏外高 49.4%；围栏内外灌木老枝条均已被完全烧死。围栏内灌木当年生枝条比围栏外高低 31.1%，而草本生物量比围栏外高 87.6%。在对照样地中，围栏内总生物量比围栏外高 23.0%，灌木老枝条和草本生物量分别比围栏外高 28.8%和 27.7%。灌木当年生枝条差异不明显（统计特征分析见 3.3）。



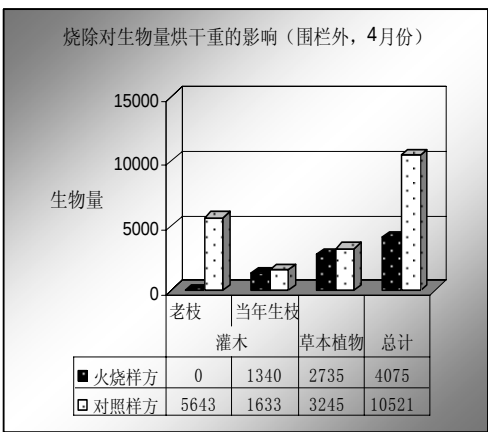
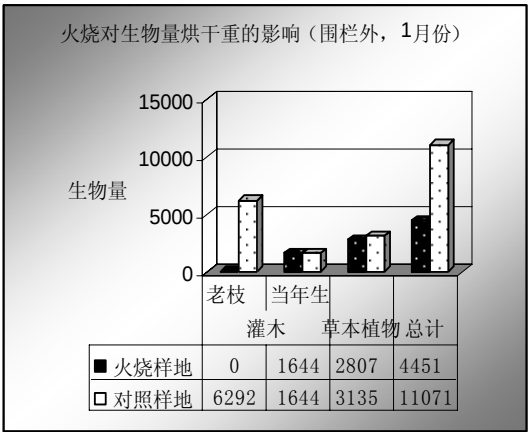
3.2.2 生物量烘干重

（1）火烧的作用

在排除放牧的情况下，1 月份火烧样方当年生枝条比对照样放高 44.9%，草本植物生物量比对照样方高 8.6%，由于火烧样方中灌木老枝被全部烧死，因此总生物量烘干重只有对照样方的 44.3%左右；在 4 月份进行的试验中，火烧样地内灌木老枝条全部烧死，当年生枝条比对照样地内当年生枝条烘干重低 39.1%，草本植物则必对照样方高 16.4%，而总生物量仅为对照样方的 47.5%。

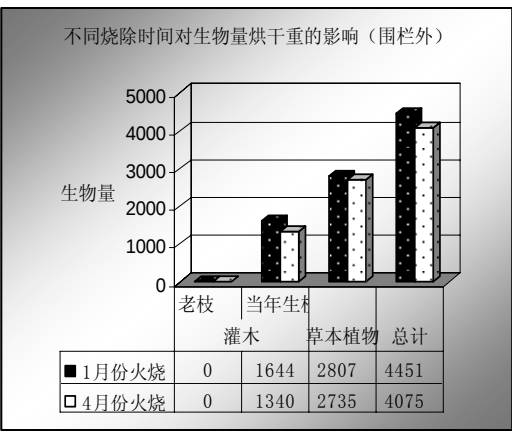
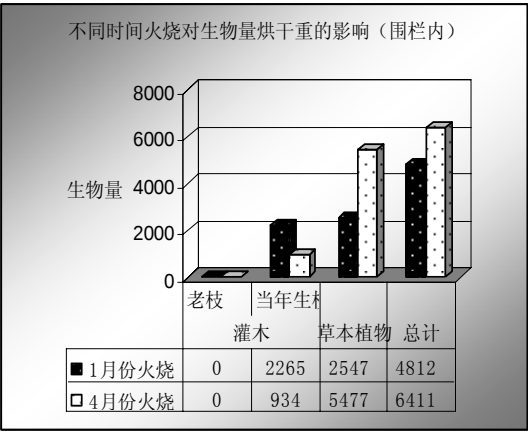


在有放牧的情况下，1 月份火烧样地草本植物生物量和总生物量均比对照样方低，分别为后者的 89.5%和 40.2%；在 4 月进行的试验中，火烧样地内灌木老枝全部被烧死，火烧样地内的灌木当年生枝条、草本植物和总生物量烘干重分别只有对照样方的 82%、84.3%和 38.7%。

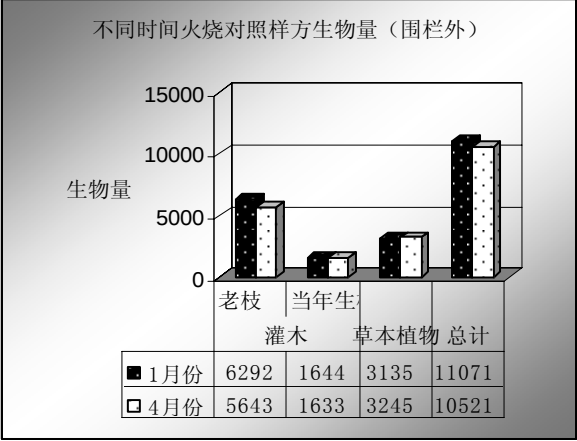
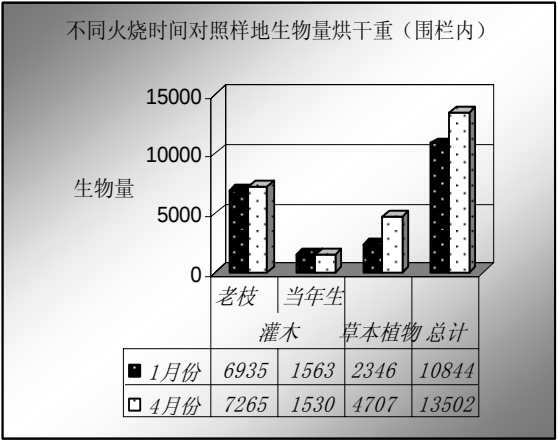


（2）火烧时间的作用

在围栏样方内，1 月份火烧样地灌木当年生枝条生物量烘干重是对 4 月份火烧样地的 2.42 倍，而草本植物和总生物量烘干重分别只有后者的 46.5%和 75.1%；在非围栏样地内，1 月份火烧样地的灌木当年生枝条生物量烘干重比 4 月份烧除的样地高 22.6%，草本植物和总生物量分别比后者高 2.6%和 9.2%。

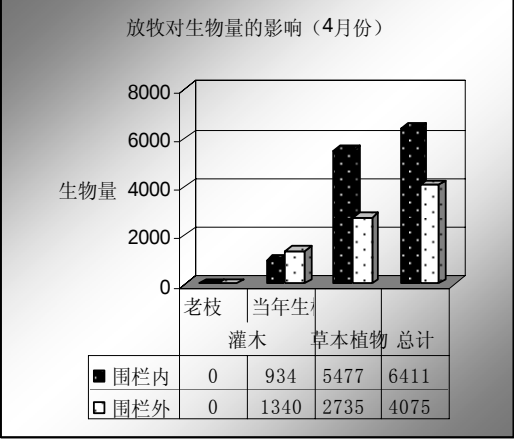
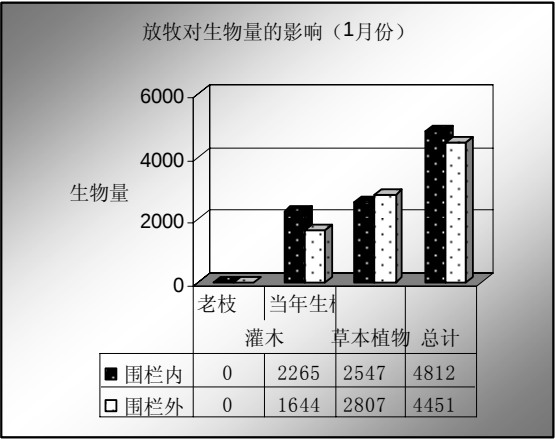


相比之下，在围栏内，1 月份烧除的对照样方内的灌木当年生枝条的烘干生物量比 4 月份烧除对照样地略高，灌木老枝、草本植物和总生物量分别比后者低 4.7%、5.0%和 19.7%；在无围栏的情况下，1 月份烧除的对照样地灌木老枝、灌木当年生枝条和总生物量分别比 4 月份烧除的对照样地高 10.3%、0.67%和 5.2%，草本植物生物量比后者低 3.4%。

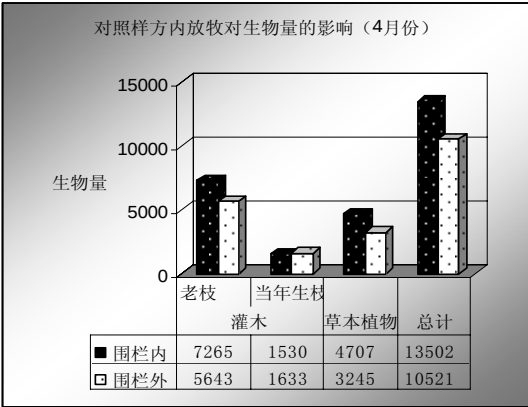
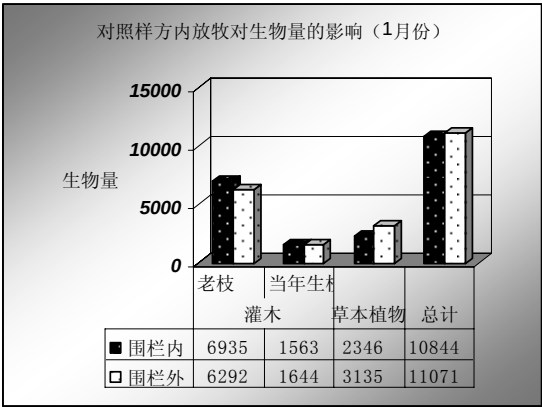


（3）围栏及放牧的作用

在 1 月份烧除样地内，围栏内灌木当年生枝条和总生物量比围栏外分别高 37.8%和 8.1%，而草本植物生物量比围栏外低 9.3%；在 4 月份烧除样地内，围栏内灌木当年生枝条比围栏外低 30.3%，草本植物生物量为围栏外的 2 倍，总生物量比围栏外高 57.3%。



在对照样地内，1 月份烧除的对照样地围栏内灌木老枝比围栏外高 9.3%，而灌木当年生枝条、草本植物和总生物量分别比围栏外低 4.9%、25.2%和 2.1%；在 4 月份烧除的对照样地内，围栏内样地的灌木老枝比围栏外高 22.3%，灌木当年生枝条围栏外低 6.3%，草本植物和总生物量分别比围栏外高 45.1%和 28.3%。



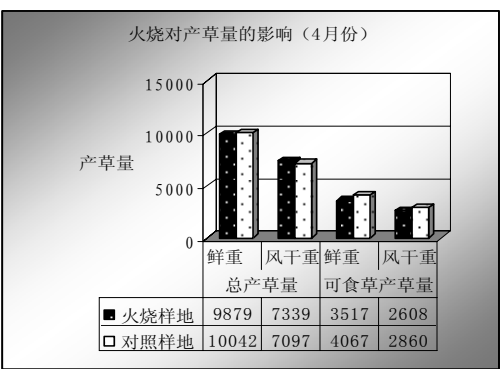
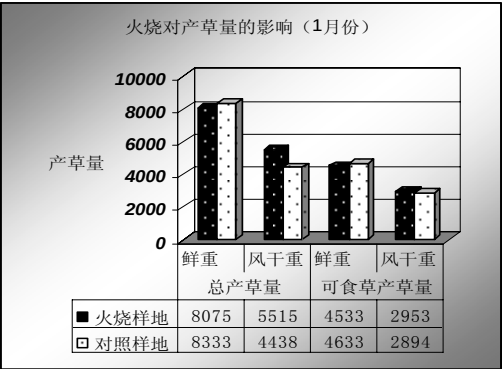
3.3 总产草量及可食产草量

按照国家草地生态系统监测的做法，将灌木当年生枝条和草本一并记入总产草量。在本试验地区，灌木当年生枝条主要是杜鹃当年生枝条。可食产草量主要指草本中牲口可食草类的重量，包括鲜重和风干重。各观测样地总产草量及可食产草量（千克/公顷）见下表：

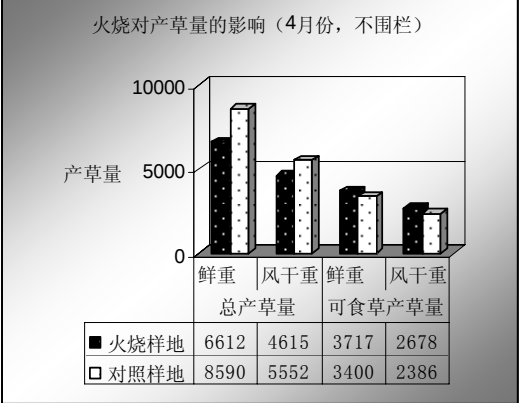
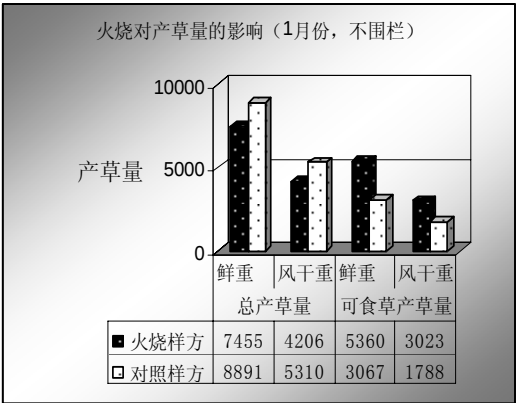
	灌木当年生枝条		草本产草量		总产草量		可食草产量	
	鲜重	风干重	鲜重	风干重	鲜重	风干重	鲜重	风干重
1 月份火烧围栏内 JBF	3542	2593	4533	2953	8075	5546	4533	2952
1 月份火烧围栏外 JBuF	1738	1242	5717	3225	7455	4570	5360	3023
1 月份对照围栏内 JuBF	3500	1744	4833	2664	8333	4438	4633	2894
1 月份对照围栏外 JuBuF	3524	1814	5367	3496	8891	5310	3067	1788
4 月份火烧围栏内 ABF	1463	1068	8416	6241	9879	7339	3517	2608
4 月份火烧围栏外 ABuF	2126	1532	4486	3083	6612	4615	3717	2678
4 月份对照围栏内 AuBF	3375	1717	6667	5380	10042	7097	4067	2860
4 月份对照围栏外 AuBuF	3370	1841	5220	3264	8590	5105	3400	2386

3.3.1 火烧的作用

在围栏的情况下，1 月份火烧样地总产草量和可食草产草量鲜重分别比对照样方低 3.1% 和 2.2%，而风干重则分别比对照样方高 24.3%和 2%；4 月份火烧样地内，除总产草量风干重比对照样地高 3.4%外,总产草量、可食草鲜重和风干重分别比对照样方低 1.6%、13.5%和 9.1%。



在不围栏情况下，1 月份火烧样地总产草量鲜重和风干重分别比对照样地低 16.1%和 20.8%，而可食草产草量鲜重和风干重分别比对照样地高 74.8%和 69.1%；4 月份火烧样地内，总产草量鲜重和风干重分别比对照样地低 23.0%和 16.9%，而可食草鲜重和风干重分别比对照样地高 9.3%和 12.2%。火烧明显促进了可食草的生长。但是在火烧当年，总产草量仍然有可能低于没有经过火烧的样地。而且，除了灌木当年生枝条外，火烧样地和对照样地产草量没有具有统计意义的显著差异（ $P=0.05$ ）。



火烧样地与对照样地进行的均值比较（Independent Samples T-Test）结果如下表：

火烧样地与对照样地产草量均值比较

处理	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
草本风干重				
火烧样地	4	3875.50	1580.907	790.454
对照样地	4	3875.50	1172.946	586.473
草本鲜重				
火烧样地	4	5788.00	1842.250	921.125
对照样地	4	5521.75	796.027	398.013
灌木当年生枝条风干重				
火烧样地	4	1608.75	683.509	341.755
对照样地	4	1779.00	58.132	29.066
灌木当年生枝条鲜重				
火烧样地	4	2217.25	924.096	462.048
对照样地	4	3442.25	81.160	40.580
可食草风干重				
火烧样地	4	2815.25	203.019	101.510
对照样地	4	2482.00	517.520	258.760
可食草鲜重				
火烧样地	4	4281.75	842.523	421.261
对照样地	4	3791.75	698.139	349.070
总产草量风干重				
火烧样地	4	5517.50	1294.982	647.491
对照样地	4	5487.50	1135.745	567.873
总产草量鲜重				
火烧样地	4	8005.25	1385.608	692.804
对照样地	4	8964.00	753.978	376.989

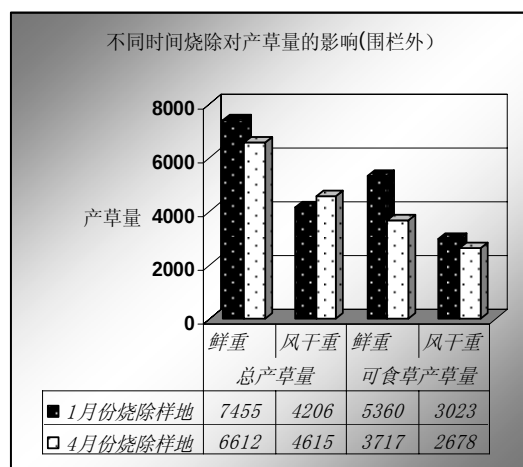
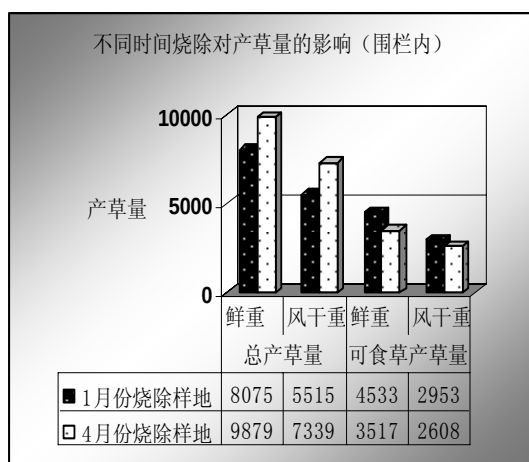
火烧样地与对照样地产草量均值差异显著性检验 (Independent Samples Test)

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
草本风干重	方差齐	.440	.532	.177	6	.865	174.50	984.260	2233.897	2582.897
	方差不齐			.177	5.535	.866	174.50	984.260	2283.830	2632.830
草本鲜重	方差齐	1.707	.239	.265	6	.800	266.25	1003.437	2189.072	2721.572
	方差不齐			.265	4.083	.804	266.25	1003.437	2497.674	3030.174
灌木当年生枝条风干重	方差齐	5.447	.058	.496	6	.637	-170.25	342.988	1009.512	669.012
	方差不齐			.496	3.043	.653	-170.25	342.988	1253.039	912.539
灌木当年生枝条鲜重	方差齐	5.221	.062	-2.6	6	.038	-1225.00	463.827	2359.943	-90.057
	方差不齐			-2.6	3.046	.076	-1225.00	463.827	2688.499	238.499
可食草风干重	方差齐	3.230	.122	.199	6	.276	333.25	277.958	-346.890	1013.390
	方差不齐			.199	3.902	.298	333.25	277.958	-446.191	1112.691
可食草鲜重	方差齐	.236	.645	.896	6	.405	490.00	547.093	-848.688	1828.688
	方差不齐			.896	5.800	.406	490.00	547.093	-859.971	1839.971
总产草量风干重	方差齐	.060	.815	.035	6	.973	30.00	861.234	2077.364	2137.364
	方差不齐			.035	5.900	.973	30.00	861.234	2086.089	2146.089
总产草量鲜重	方差齐	.890	.382	-1.2	6	.270	-958.75	788.732	2888.707	971.207
	方差不齐			-1.2	4.633	.282	-958.75	788.732	3035.465	1117.965

3.3.2 不同时间烧除的效果

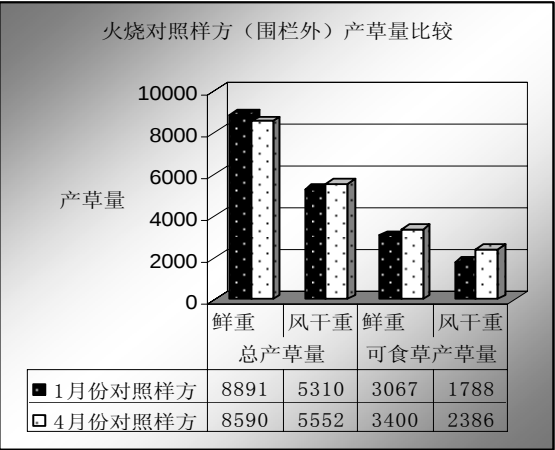
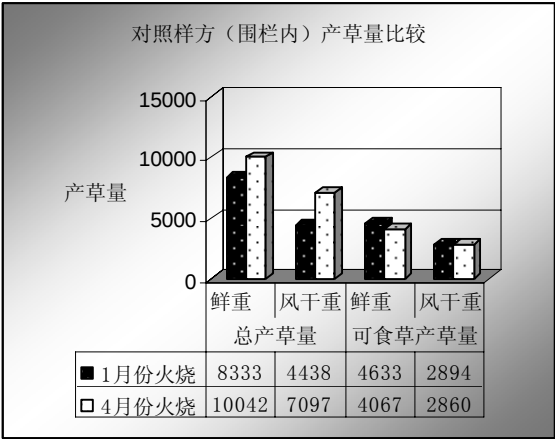
在围栏的情况下,1月份烧除样地总产草量鲜重和风干重分别比4月份烧除样地低18.3%和24.9%,但可食草产草量却比后者分别高28.9%和13.2%。主要原因是在4月份烧除的样方内,狼毒生长比较茂盛,而狼毒为不可食牧草。

在不围栏的情况下,1月份烧除样地总产草量鲜重比4月份烧除样地高12.7%,风干重比4月份低8.9%;而1月份烧除样地总产草量鲜重和风干重分别比4月份烧除样地高44.2%和12.9%。



在对照样方内,围栏内1月份火烧对照样方总产草量鲜重和风干重分别比4月份火烧对

照样方低 17.0%和 37.5%，而可食草鲜重和风干重分别比后者高 13.9%和 1.2%；在围栏外，1 月份火烧对照样方总产草量鲜重比 4 月份对照样方高 3.5%，而总产草量风干重和可食草鲜重和风干重分别比后者低 4.4%、9.8%和 25.1%。从统计上来看，只有可食草风干中在不同时间火烧间存在显著差异（ $P=0.05$ ）。



1月份火烧和4月份火烧样地产草量均值比较

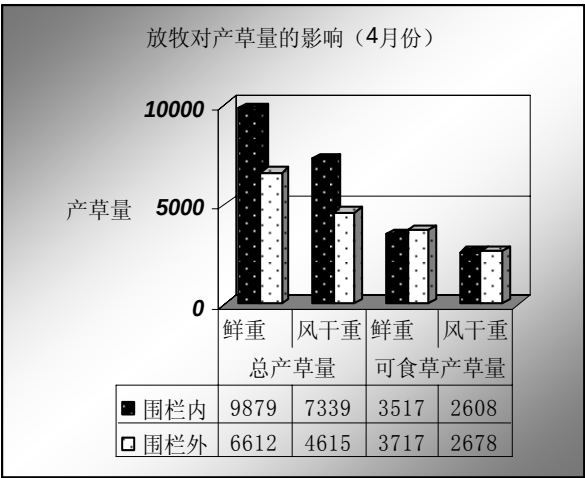
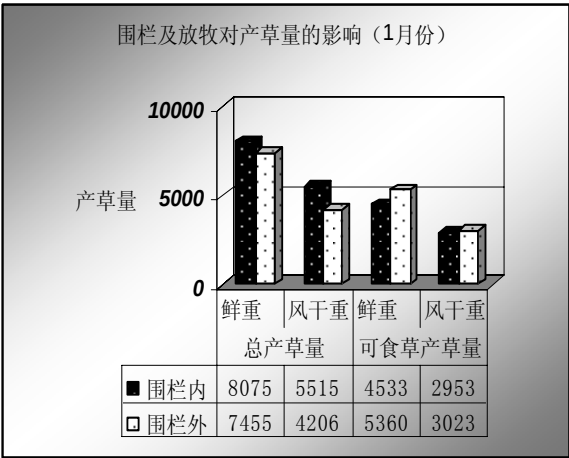
处理	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
草本风干重	2	3089.00	192.333	136.000
1月份	2	4662.00	2233.043	1579.000
草本鲜重	2	5125.00	837.214	592.000
4月份	2	6451.00	2778.930	1965.000
灌木当年生枝条风干重	2	1917.50	955.301	675.500
4月份	2	1300.00	328.098	232.000
灌木当年生枝条鲜重	2	2640.00	1275.621	902.000
4月份	2	1794.50	468.812	331.500
可食草风干重	2	2987.50	50.205	35.500
4月份	2	2643.00	49.497	35.000
可食草鲜重	2	4946.50	584.777	413.500
4月份	2	3617.00	141.421	100.000
总产草量风干重	2	5058.00	690.136	488.000
4月份	2	5977.00	1926.159	1362.000
总产草量鲜重	2	7765.00	438.406	310.000
4月份	2	8245.50	2310.118	1633.500

1月份火烧和4月份火烧样地产草量均值差异性检验 (Independent Samples Test)

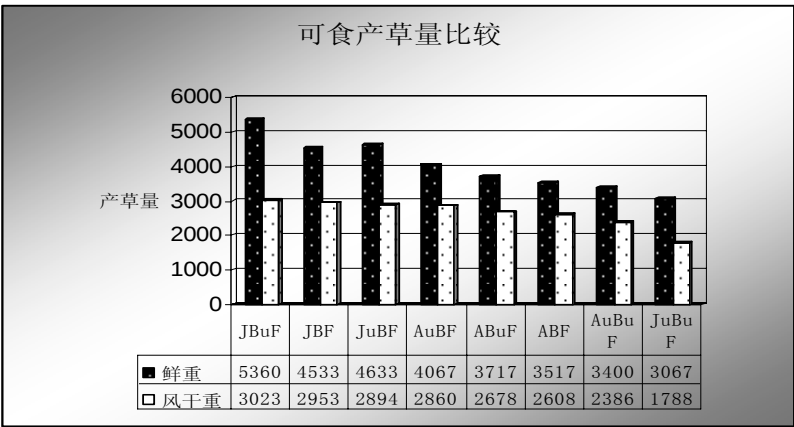
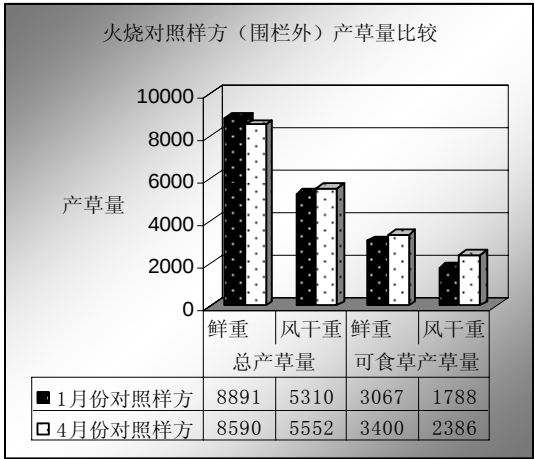
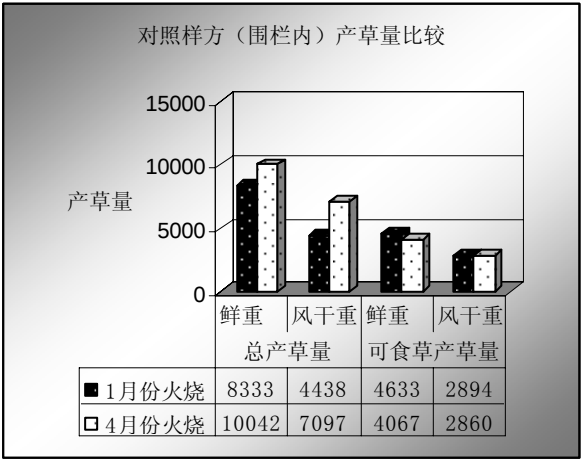
		Levene's Test for uality of Variance		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
草本风干重	方差齐	.	.	-.993	2	.426	-1573.00	1584.846	8392.042	5246.042
	方差不齐			-.993	1.015	.500	-1573.00	1584.846	21027.85	7881.848
草本鲜重	方差齐	.	.	-.646	2	.584	-1326.00	2052.240	10156.08	7504.076
	方差不齐			-.646	1.180	.621	-1326.00	2052.240	19648.13	6996.126
灌木当年生枝条 风干重	方差齐	.	.	.865	2	.478	617.50	714.230	2455.583	3690.583
	方差不齐			.865	1.233	.523	617.50	714.230	5261.601	6496.601
灌木当年生枝条 鲜重	方差齐	.	.	.880	2	.472	845.50	960.987	3289.294	4980.294
	方差不齐			.880	1.265	.514	845.50	960.987	6705.569	8396.569
可食草风干重	方差齐	.	.	6.910	2	.020	344.50	49.852	130.003	558.997
	方差不齐			6.910	2.000	.020	344.50	49.852	129.962	559.038
可食草鲜重	方差齐	.	.	3.125	2	.089	1329.50	425.420	-500.935	3159.935
	方差不齐			3.125	1.117	.176	1329.50	425.420	2908.907	5567.907
总产草量风干重	方差齐	.	.	-.635	2	.590	-919.00	1446.785	7144.015	5306.015
	方差不齐			-.635	1.253	.621	-919.00	1446.785	12491.13	0653.133
总产草量鲜重	方差齐	.	.	-.289	2	.800	-480.50	1662.655	7634.328	6673.328
	方差不齐			-.289	1.072	.818	-480.50	1662.655	18533.89	7572.892

3.3.3 围栏及放牧的作用

在1月份烧除样地中，围栏内样地的总产草量鲜重和风干重分别比围栏外的样地高8.3%和31.1%，而围栏内的样地的可食草产草量鲜重和风干重却比围栏外分别低15.4%和2.3%。在4月份烧除的样地中，围栏内样地的总产草量鲜重和风干重分别比围栏外的样地高49.4%和59.0%，而可食草的鲜重和风干重却后者分别低5.4%和2.6%。



在对照样地内，围栏情况下，1月份烧除的对照样方的总产草量鲜重和风干重分别比4月份的对照样方低17.0%和37.5%，而可食草鲜重和风干重分别比后者高13.9%和1.1%。在没有围栏的情况下，1月份烧除的对照样地内的总产草量鲜重比4月份烧除的对照样地高3.5%，而总产草量风干重和可食草的鲜重和风干重分别比4月份烧除的对照样地低4.4%、9.7%和25.1%。



4. 结论

4.1 试验结果

统计分析发现对照样地和火烧样地之多样性指数不存在显著性差异。

火烧样地物种数量和对照样方相比没有显著差异，但是物种组成特别是优势物种有很大变化。在火烧样方中出现了多种紫菀、廖等先锋物种。1月份烧除样地和对照样地的物种数量均比4月份试验的烧除和对照样地高，由于对照样地有限，不好判定火烧时间对物种数量的影响。在火烧后的一段时间里，火烧迹地上的物种竞争将非常剧烈，需要数年时间才能够达到平衡和稳定。从生物多样性指数来看，除了4月份试验中围栏外的火烧样地比对照样地高外，在其余三组样地中对照样地都比火烧样地高。以前有很多研究报道，在草地生态系统中，适度的火烧能够增加生物多样性。所以，出现本观测结果的原因可能与试验火烧强度和评估时机有关。随着时间的推移，火烧迹地生的环境及物种关系会发生迅速的变化，因此，充分利用该试验基地进一步观测研究亚高山灌丛在火烧后的逐年变化是十分必要的。

从产草量来看，除了可食草风干重以外，火烧样方和对照样方不具有统计意义的显著性差异（ $P=0.05$ ）。

火烧消除了灌木老枝，因此，火烧迹地生物量均比对照样地低。从草本生物量烘干重来看，在围栏内，烧除样方均大于对照样方；而在围栏外，则是对照样方高于烧除样方。而对于鲜重，情况则比较复杂。4月份烧除围栏和1月份烧除的围栏外均是烧除样方大于对照样

方。但是在4月份烧除的围栏外和1月份烧除的围栏内，则是对照样方高于火烧样方。由于4月份烧除样方中狼毒比较发育，所以总体上看，4月份烧除样地（对照和处理）内的草本生物量大于1月份。就可食草产草量（鲜重和风干重）而言，除1月份对围栏外的对照样地外，1月份的其他样地（处理 and 对照）均比4月份样地高。这与总生物量的趋势有很大不同。主要原因是在4月份火烧样地及其对照样地中，狼毒和鸢尾所占的比重比较大，而狼毒和鸢尾均属于不可食牧草。在1月份烧除的样地中，烧除样地内的可食草鲜重和风干重均高于对照样方。而在4月份试验的样地里，围栏内是对照样地高于火烧样地，围栏外是火烧样地高于对照样地。在1月份和4月份的烧除样地中，没有围栏的样地的可食草产草量均高于围栏内的相应样地。由于样地本身存在一定的差异，同时也由于缺少足够的重复，所以对此现象还不能做出合理的解释。在4月份烧除样地内，牧场有害植物狼毒和不可食植物西南鸢尾的生物量、盖度等都大于对照样方。而在1月份火烧样地和对照样地内均未出现鸢尾、狼毒也非常少。这可能主要是由于立地条件造成的。

出现火烧和对照样地无论从物种多样性指数还是从产草量来看均没有出现显著性统计差异的原因可能与重复样地少有关。

各样地烧出前后效果对比照片如下:



JBf-January Burned Fenced
1 月份烧除围栏内



JuBF-January unBurned Fenced
1 月份火烧围栏内对照样方



JBuF-January Burned unfenced
1 月份烧除未围栏样地



JuBuF-January unburned and unfenced
1 月份围栏外烧除对照样方



ABF-April Burned Fenced
4 月份烧除围栏内



AuBF-April unBurned Fenced
4 月份火烧围栏内对照样方



ABuF-April Burned unfenced
4 月份烧除未围栏样地



JuBuF-January unburned and unfenced
1 月份围栏外烧除对照样方

4.2 试验方法

研究人员利用围栏巧妙而充分地考虑了火烧、火烧时间和放牧对样地产草量的影响，有效地提高了研究效益、降低了研究成本。但是，在可能的情况下，还应该适当增加（每次火烧时间）重复样地的数量，以便获得更加科学、可靠的数据。

5. 问题及建议

- (1) 目前的评估结果只能反映火烧后当年的情况。火烧迹地上裸地比例为 5-10%。在火烧后的头几年，火烧迹地上的物种竞争将非常激烈，需要很长时间才能够达到相对稳定和平衡状态。所以，火烧的长期效果需要通过后续的监测和评估活动来反映。建议对目前的样地开展多年连续的观测，以期获得更加可靠的数据。
- (2) 本次烧除试验中 1 月份烧除和 4 月份烧除的迹地的对照样方本身存在很大的差异，所以不能很好地反映烧除时间对牧草产量的影响。如果条件允许，应该增加重复样地的数量，考虑不同的火强度，以便获得更加准确的结果。
- (3) 根据国内外的实践经验，要消除牧场上的灌木，往往需要多次连续烧除。在本次烧除的样地内，无论 1 月份烧除还是 4 月份烧除的样地上，90%以上地上部分已经被烧除掉的灌木丛都从基部萌发出了嫩枝条，这与我们在其他地方观察到的情况一致。所以，从这个角度出发，也建议继续开展相关研究，以便使研究结果具有更好地指导意义。

火烧是消除牧场上灌木入侵的最便宜、最节省时间的方式。火烧牧场也是滇西北地区牧民长期使用的传统牧场管理方式。在许多地方，火烧是牧场对牧场进行的唯一管理手段。但是，由于中国严格的、一刀切的防火政策，这一传统的管理手段已经很少使用。滇西北很多地区的亚高山牧场灌木大量入侵严重，这些灌木不仅挤占牧场，也造成生物多样性的丧失。因此，开展火烧牧场试验，恢复传统的牧场管理方式是一种非常有益的尝试。希望通过此次尝试能够提高当地有关部门的认识，为当地提出一套安全、有效的烧除规程。

附录

1. 评估实施方案

2. 野外调查原始数据表（见 excel 文件）

说明：JBuF-1 月份烧除围栏外；JBF-1 月份烧除围栏内；JuBF-1 月份对照围栏内；AuBF-4 月份对照围栏内；ABuF-4 月份火烧围栏外；ABF-4 月份火烧围栏内；AuBuF-4 月份对照围栏外；JuBuF-1 月份对照围栏外

附录1 评估实施方案

《滇西北农牧区生计改良项目》小小中甸乡草场生态恢复研究

火烧改良牧场试验效果评估

中国科学院成都生物研究所生态恢复与发展中心

罗 鹏 博士

一、评估目的:

- (5) 比较火烧和无火烧样地物种构成及变化、木质灌木的生物量和草本层生物量
- (6) 比较对火烧迹地进行围栏和无围栏处理之区别
- (7) 比较不同季节火烧处理对改良牧场的作用

二、评估指标:

- (5) 物种组成
- (6) 各物种出现频度和盖度
- (7) 各物种高度
- (8) 生物多样性指数
- (9) 草本植物地面生物量(鲜重、风干重、烘干重)
- (10) 灌木地面生物量(鲜重、风干重、烘干重)
- (11) 火烧处理及对照样方内总(灌木+草本)产草量及可食产草量

三、方法及程序:

根据研究目的和评估指标,评估方法及程序参考《陆生生物群落调查观测与分析》(孙鸿烈等编写,科学出版社出版)及《2005 年全国草原资源与生态监测技术操作手册》(农业部草原监理中心,2005 年 4 月)的方法进行。对于未进行火烧的样地按照高大灌木及高草草地类型设计调查样方;对于进行过火烧的样地按则按照草本及矮小灌木草地类型设计调查样方。具体如下:

(一) 生物多样性及生长状况调查

1. 火烧迹地调查

在火烧迹地内典型地段设置 $5 \times 5 \text{m}^2$ 样方 3 个,进行下列调查:

- (1) 分别记录样地内灌木幼苗、萌发嫩枝和未烧死的灌木的名称、高度、冠幅、盖度、

物候、生活力等，完成表 1 的所有内容。

- (2) 在每个样方内均匀设置 3 个 $1 \times 1 \text{m}^2$ 的样方，分别记录草本物种的名称、高度、冠幅、丛数、物候、生活力等，完成表 2 的所有内容。

2. 未火烧样地调查

在未火烧样地内设置 $5 \times 5 \text{m}^2$ 样方 3 个，进行下列调查：

- (1) 记录整个样方内灌木种类、高度、冠幅、丛数、盖度、物候、生活力等，完成表格 1 的内容。
- (2) 在每个上述样方内均匀设置 3 个 $1 \times 1 \text{m}^2$ 的样方，分别记录草本物种的名称、高度、冠幅、盖度、物候、生活力等，完成表 2 的所有内容。

(二) 生物量及产草量调查

利用齐地面收割法，测量灌木及草本生物量。

1. 火烧迹地植物地面生物量调查

(1) 灌木生物量调查

火烧迹地内灌木生物量根据烧除情况利用 5×5 平方米样方(烧除率达 50% 时)或 10×10 平方米(烧除率低于 50% 时)样方进行。在火烧迹地内选择典型地段设置 5×5 平方米样方或 10×10 平方米样方一个。调查样地内每一种灌木按照株丛大小(大、中、小分类)分别记数；再抽取大、中、小标准株各一丛，量测冠幅度(长度和宽度)，齐地面收割。剪取当年枝条，分别称重当年生枝条和老枝。取 200 克当年把生枝条鲜样本，平均分装成 100 克一袋，用于测定风干重及烘干重。再取 100 克老枝条样本装袋用于测定烘干重。将大、中、小株丛重量分别乘以各自的株丛数，再相加即为 100 平方米内灌丛产草量。上述结果用于计算样地灌木地面生物量。测定结果填写在

(2) 草本植物生物量调查

在测定灌木生物量的样方内，分别设置 1×1 平方米样方 3-5 个，采取齐地面刈割法测定草本植物地面生物量，按照地上可食产草量和总产草量进行分别测定鲜重，然后将鲜草(根据情况选取 50-100 克)分别装袋，测定风干重和烘干重。

2. 未火烧样地植物地面生物量调查

(1) 灌木生物量调查

未火烧样地内灌木生物量用 10×10 平方米样方进行。在典型地段设置 10×10 平方米样方一个。调查样地内每一种灌木按照株丛大小(大、中、小分类)分别记数；再抽取大、中、小标准株各一丛，量测冠幅度(长度和宽度)，齐地面收割。剪取当年枝条，分出可食部分和不可食部分。分别称重当年生枝条和老枝以及当年生枝条中的可食部分。取 100 克当年把生枝条鲜样本装袋，用于测定烘干重；取 100 可食嫩枝叶装袋，用于测定风干重；再取 100 克老枝条样本装袋用于测定烘干重。将大、中、小株丛重量分别乘以各自的株丛数，再相加即为 100 平方米内灌丛产草量。上述结果用于计算样地灌木地面生物量和可食草产量。测定结果填写在表格 3 中。

(2) 草本植物生物量调查

在测定灌木生物量的样方内，分别设置 1x1 平方米样方 3-5 个，采取齐地面刈割法测定草本植物地面生物量，按照地上可食产草量和总产草量进行分别测定鲜重，然后将鲜草（根据情况选取 50-100 克）分别装袋，测定风干重和烘干重。将调查及测定结果填写在表格 4 中。

（三）结果计算

四、人员需求

按照上述设计及被评估试验样地的设计，本次评估共需要对 24 个 5x5 平方米灌木样方和 72 个草本样方进行群落特征调查；对 4 个 10x10 平方米未火烧处理灌木样方，4 个 5x5 平方米火烧迹地样方开展灌木地面生物量调查；对 32 个 1x1 平方米样方进行草本地面生物量调查。估计人员需求如下：

- （1）前期准备：1 人 x 2 天
- （2）野外调查：2 人 x 3 天（不包括路途）
- （3）室内处理：2 人 x 2 天（不包括报告撰写）
- （4）小工：2 人 x 2 天
- （5）驾驶员：1 人 x 3 天

五、设备需求

- （一）调查工具：钢卷尺、剪刀（蔬果剪）、塑料袋、标签、天平称、干燥箱、皮尺、标本夹、标本纸
- （二）样本处理：烘箱
- （三）交通工具

六、野外调查时间

2005 年 9 月 14 日-16 日或 2005 年 9 月 28 日-30 日

页

记录者

[illegible]

第 页

记录者

[illegible]

附表 3 灌木生物量调查表

群落名称

样方编号:

样方面积:

调查时间:

记录人:

第 页

	物种名称							
大株丛	长度							
	宽度							
	鲜重	当年生枝条						
		老枝条						
	风干重	当年生枝条						
		老枝条						
	株丛数							
中株丛	长度							
	宽度							
	鲜重	当年生枝条						
		老枝条						
	风干重	当年生枝条						
		老枝条						
	株丛数							
小株丛	长度							
	宽度							
	鲜重	当年生枝条						
		老枝条						
	风干重	当年生枝条						
		老枝条						
	株丛数							
物种地面生物量总计	鲜重							
可食生物量	鲜重							
	风干重							
样方内地面生物量总计	鲜重							
	烘干重							

附表 4 草本生物量调查表

群落名称 样方面积: 调查时间: 记录人: 第 页

小样方编号	草群平均高度 (cm)	总产草量(g)			平均产草量折算 (kg/ha.)		可食产草量(g)		平均可食产草量 折算(kg/ha.)	
		鲜重	风干重	烘干重	鲜重	风干重	鲜重	风干重	鲜重	风干重