

# 一种灌木生物量非破坏性测量板

姜 峻 刘国彬 梁一民

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘 要** 该文介绍了一种叉式灌木生物量非破坏性测量板的试制与应用结果。试验证明该测量板高度与柠条的各个生物量指标有显著的相关关系,可以用该测量板对柠条生长过程进行非破坏性连续测定,而且操作简单,效率高。

**关键词:** 灌木 柠条 非破坏性测量板 生物量

## A Plate Meter for Undestructive Measuring Shrub Biomass

Jiang Jun Liu Goubin Liang Yimin

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and  
Ministry of Water Resources, 712100, Yangling, Shaanxi)

**Abstract** The Design and application of a cross plate meter for measuring shrub biomass is introduced. The results show that there is a significant correlation between the plate meter height and biomass index of *Caragana microphylla*. The plate meter can be used for undestructible and successively measuring the growing process of *Caragana microphylla*, and it is of higher efficiency and easier to operate.

**Keywords:** shrub; *Caragana microphylla*; undestructive measuring; biomass index

利用简易方法准确估测植物生物量无论在产量生态学研究,还是在实践中均具有重要的意义。生物量的测定一般多采用收获法,它虽然简单易行,但费时费工,且不能在生育期对同株进行连续测定<sup>[1]</sup>。刘国彬<sup>[2]</sup>等将 Earfe 和 Mco Gwan<sup>[3]</sup>设计的提升式草量计,经过改进后用于黄土丘陵区草地生物量测定取得满意结果,但对于灌木的非破坏性测定仍无好的方法。本文介绍了利用该草量计原理设计的专用于灌丛草地生物量测量板,及其对柠条的测定结果,同时提出进一步改进设想。

## 1 测量板的结构与原理

灌丛生长量各指标(高度、地茎直径和分枝数)与生物量之间有着一定的相关关系,由某个单项指标或综合指标就可推算生物量值,因此,可以利用一定面积一物体压于植株冠层之上,由冠层可支撑量板高度估算生物量。

图 1 为生物量测量板的构造。由两个长度为 100cm,宽度 24cm 的十字交叉铁板组成,重量 4.1kg。交叉中心用螺丝固定,平时两铁片可叠合,测定时呈十字展开。操作人员将测量板平

放在灌丛枝条上端,铁片借自重下垂,用钢卷尺取其四翼距地高度,即是冠层的支撑高度,它取决于柠条的生物学特性,如分枝的粗细、数量、株高、和产量,以及生育阶段等。由此高度平均值,可以推算生物量指标。

## 2 试验结果

本仪器在中科院安塞站试验场柠条灌丛进行试用。该试验地坡度为 $15^\circ$ ;坡向西南,采用单株测定,共测定 43 株,测得测定仪高度后,刈取地上植株部分,分茎、叶称得鲜重。测量株高、地茎和分枝数,并取样测定含水量,算出植株干重。

测定测量板支撑高度时,随机取样,注意尽量使量板置于灌丛中心,并与坡面平行,不施加外力以量板自重与植株顶端接触,从而减少测定误差。并要避免陡坎、深坑和凹陷凸起等一些特殊地形部位,选取地势平缓,坡度一致的地上测定。

### 2.1 生物量指标间的相关关系

表 1 表示各生物量指标间的相关性,除分枝与量板高度相关性不明显外,其它指标间相关性都为极显著水平(置信水平  $\alpha = 0.05$ )。

从表 1 可以看出,无论何种计算方式,均以测量板高与生物量相关指数值最高。

测量板高度值综合了灌丛与生物量有直接关系的株高,地茎等因子值

### 2.2 测量板高度与柠条生物量指标的估测方法

由测量板高度来测定柠条地上生物量是

本文的核心问题,根据测定数据,在 $F_{0.01}$ 显著水平下,考虑回归估计标准误差( $S_e$ )与决定系数( $R^2$ )对柠条的总生物量,及各个生物量指标,分别拟合了生物量与测量板高度的方程。

#### 2.2.1 测量板高度与地茎的关系方程

$$D_{\text{地茎}} = \frac{1}{2}(0.4341 + 0.00705x) \quad (1)$$

决定系数为 0.81(图 2) \* (以下各公式单位为 kg)

#### 2.2.2 测量板高度与株重的关系方程

$$W_{\text{株重}} = \frac{1}{2}(0.5049 e^{0.03987x}) \quad (2)$$

决定系数为 0.91(图 3)

#### 2.2.3 测量板高度与株高的相关方程

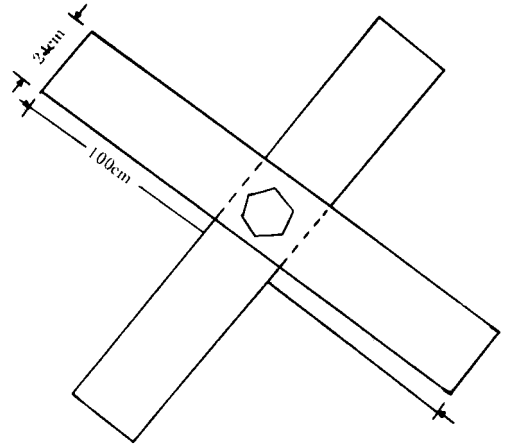


图 1 测量板的构造(重 4.1kg)

表 1 测量板高度与各生物量指标的相关系数

	分枝	地茎	株高	株重
量板高	0.10	0.81	0.80	0.87
ln 量板高	0.09	0.79	0.80	0.80
S 量板高	0.09	0.81	0.81	0.84
	ln 分枝	ln 地茎	ln 株高	ln 株重
量板高	0.14	0.78	0.80	0.91
ln 量板高	0.15	0.78	0.81	0.89
S 量板高	0.15	0.78	0.81	0.91
	S 分枝	S 地茎	S 株高	S 株重
量板高	0.12	0.79	0.80	0.90
Ln 量板高	0.11	0.78	0.80	0.86
S 量板高	0.11	0.80	0.81	0.88

注: ln 对数值; S 开平方值。

$$\bar{Z} = \frac{1}{2}(6.7818 + 0.6266 \bar{x}) \quad (3)$$

$$Z_H = \frac{1}{2}(45.99 + 0.3926x + 1.2532 \bar{x}) \quad (4)$$

决定系数为 0.81 (图 4)

### 2.2.4 测量板高度与分枝的关系

由图 5 可以看出, 测量板高度与分枝关系最差(决定系数 0.20)

由图 1、图 2、图 3、图 4 中可以看出, 用测量板高度来测定植株的生物量是完全可行的, 而且同时还可估测其地茎、株高。

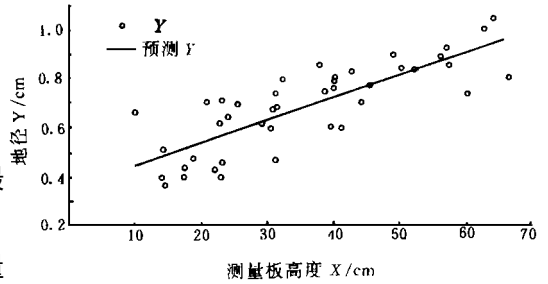


图 2 地径(Y)与量板高(X)的关系(R = 0.86)

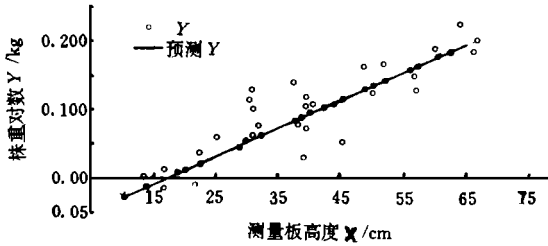


图 3 测量板高(X)与株重对数(Y)的关系(R = 0.91)

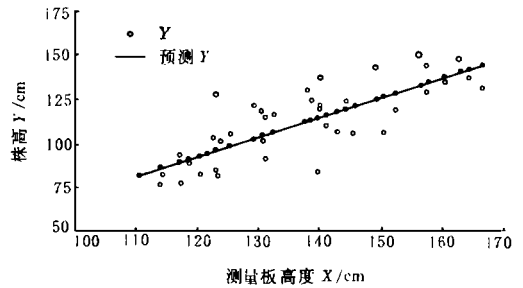


图 4 株高(Y)与测量板高(X)的关系(R = 0.81)

### 2.3 总生物量的实测值与计算值的比较

在以往的柠条测定方法中, 常用株高、地茎、分枝数来共同估测柠条的生物量。作者记算出生物量与三个指标间的相互关系是:

$$Y_w = \frac{1}{2}(-7.6754 + 7.17581D + 0.62345 \bar{N} + 0.01717H) \quad (5)$$

$$R^2 = 0.7370$$

$$Y_w = \frac{1}{2}(-6.0329 + 0.054482D + 7.129663N + 0.018145H) \quad (6)$$

式中:  $W$  ——生物量;  $D$  ——地茎;  $N$  ——分枝;  $H$  ——株高

由图 6 可以看出, 总生物量、计算生物量、各项指标测算生物量三者间的关系, 即用测量板高度来预测植株总生物量最为可靠( $R^2 = 0.91$ ), 而且方法最简单

### 2.4 总生物量与茎、叶的相关方程

在柠条的某一生长阶段, 其茎、叶比是一定的, 根据式(2) 求出生物量的同时, 根据茎、叶比以及含水量可以得出茎、叶的回归方程, 一次估测出柠条的总生物量, 茎生物量, 叶生物量, 结合该测量板非破坏性连续测定的特点, 缩短收获法的时间间隔, 进一步连续不断的测定。

$$W_t = \frac{1}{2}(0.5049e^{0.03987x}); \quad W_s = \frac{1}{2}(0.272646e^{0.03987x}); \quad W_l = \frac{1}{2}(0.237303e^{0.03987x})$$

式中:  $W_t$  ——总生物量;  $W_s$  ——茎生物量;  $W_l$  ——叶生物量

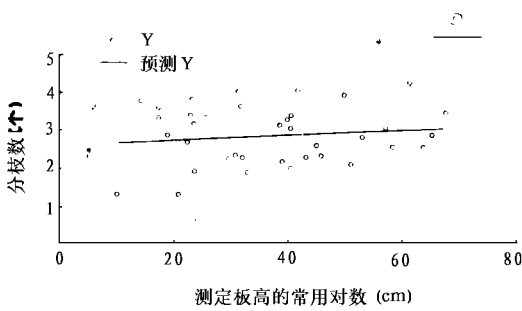


图 5 分枝(Y)与测量板高(X)对数的关系(R= 0.20)

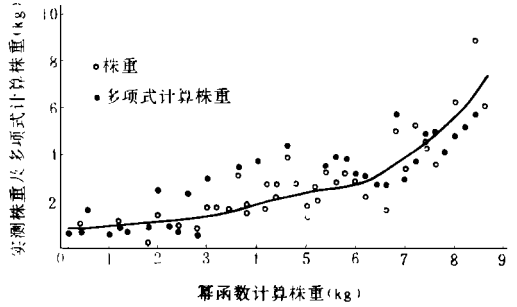


图 6 植株重与预测重的关系

### 3 进一步改进的方面

- (1) 由提升式草量计原理设计的测定灌木用的测量板尚属首次, 由本试验测定结合来看。对于柠条灌丛测量板的长、宽尺寸是较合适的, 其它灌木如狼牙刺等需进一步验证确定。
- (2) 测量板的重量在试验中为 4.1kg, 在测定过程中植株较小(从式(2)可看出植株重量应大于 0.34kg) 由于测量板较重, 亦会带来一定的误差。

#### 参 考 文 献

- 1 姜凤岐等. 小叶锦鸡儿灌丛地上生物量的预测模式. 生态学报, 1982(2).
- 2 刘国彬等. 提升式草量计的改进与应用研究: 试制与应用研究. 水土保持学报, 1995, 9(1). 86
- 3 Earle D F, Mc Gowan A A. Evaluation and Calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. Exp. Anim. Husb. 1979, (19) : 337 ~ 343

(上接第 56 页)

西宁乡——陕西洛川——甘肃西峰—平凉一线, 地下水较深的黄土残塬阶地区。现有涝池 19.84 万座, 总容量 8 341.5 万 m<sup>3</sup>, 主要分布在黄土阶地和残塬区。

水窑、涝池塘坝在黄土高原大多用于人畜饮水、防洪护沟, 部分地区用于补充灌溉。宁夏固原地区至 1986 年底有水窑 7 万多眼, 配有少量水井、塘坝, 解决了 1.21 万人、33 万头大牲畜和 16.19 万只羊的饮用水; 陕西干旱区 1972~1987 年以修窑为主, 结合打井、开渠, 解决了 554.48 万人、83.18 万头大牲畜饮水, 年节约用水劳动力 66.54 万人, 折合经济效益 2 亿元。陕西省米脂县对岔村在沟中用塘坝蓄水, 1968 年灌地 4.13hm<sup>2</sup>, 每公顷产量 6 600kg, 为坡地产量的 12 倍。

目前, 随着持续干旱威胁与山区经济市场需要, 黄土高原地区雨水集流农业区发展到了一个新的阶段。甘肃和宁夏已形成大规模的窑窖热潮, 有人因此称之为“窑窖农业”(Cellor Water Harvest Agriculture)。除解决人畜饮水外, 在农业上开始逐步用于灌溉。为了把雨水集流农业发展为大规模的区域行为, 还有许多问题需要研究。如在集流场和贮水设施的规划、设计与施工技术, 防渗挖渠材料应用上有待进一步研究; 在高效节水用水技术上, 如区域降雨与作物需水规律的耦合, 作物关键期和适宜的补水量, 小型灌水机具的研制及相应的农技措施等。