

林木最近距离分布模型的研究

王韩民¹, 惠刚盈²

(1. 西北工业大学资源与环境信息化工程研究所, 陕西 西安 710072 2 中国林业科学研究院林业研究所,
国家林业局林木重点培育实验室, 北京 100091)

摘要: 林木距离分布是森林结构的重要体现, 林木最近距离分布的估计是应用与距离有关的单木生长模型、林分空间结构模拟与重现以及森林可视化经营的重要基础。研究提出了模拟林木最近距离分布的新途径, 指出林木距离分布遵从 Weibull 分布。结构丰富天然林的林木最近距离分布仅用 2 参数的 Weibull 分布函数足以很好地表达。研究提出的描述林木最近距离分布模型是进一步用非耗时费力的因子预测距离分布的前提。

关键词: 林木最近距离分布; Weibull 分布; 模型

中图分类号: S711 文献标识码: A

Modelling Distributions of Distances to Nearest Neighbors

WANG Han-min¹, HUI Gang-ying²

(1. Institute of Resource and Environment Information Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, Shaanxi, China
2. Research Institute of Forestry, CAF, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract The distribution of distances is one of the characteristics of forest spatial structure and as a basis for application of individual tree growth models for recovery of forest spatial structure and for visualization of forest stands. The study presented a new method for modelling distributions of distances to the nearest neighbours. The distribution of distances follows the Weibull distribution. The Weibull distribution function with only 2 parameters is sufficient for describing nature forest structures. The method is a precondition for further estimation for the distributions of tree-tree distances with very little effort as part of a normal forest inventory.

Key words distributions of tree-tree distances; Weibull distribution; model

明了森林的组成及其结构信息是成功进行森林经营的先决条件, 只有充分了解天然林在不同阶段的结构组成, 才能发展可以保持这个结构或恢复这个结构的经营策略。林木距离分布是森林结构的重要体现, 它是森林自然演替、竞争发育和人为干涉的直接结果。林木最近距离分布的估计是应用与距离有关的单木生长模型、林分空间结构模拟与重现以及森林可视化经营的重要基础^[1,2]。随着现代森林经营技术研究的不断深入, 有关林木距离分布的研

究显得愈来愈重要。Stoyan^[3]给出了林木最近距离分布的理论分布函数, Pammerening^[4]认为距离分布能够提供比平均距离更多的结构信息。本文试图用经验分布函数来描述林木最近距离分布。

1 研究方法

1.1 假设的提出

Hui等^[5]的模拟研究结果表明, 参照树与它的最近第 1 株树的距离分布形状为单峰, 这个观察被

Stoyan^[3]对现实云杉 (*Picea abies* (L.) Karst)、欧洲赤松 (*Pinus sylvestris* L.)、欧洲山毛榉 (*Fagus sylvatica* L.)和欧洲橡树 (*Quercus petraea* Liebl)林分的调查结果所证实, Pommerehne^[4]也有类似的观察结果。这预示着距离分布如同直径分布一样可以用经验分布函数来描述, 在此人们很自然地就想到了常用来描述直径分布的 Weibull 分布函数。据此, 有理由假设林木最近距离分布遵从 Weibull 分布。

Weibull 密度函数表达式为:

$$f(x) = \frac{c}{b} \cdot \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \cdot e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c} \quad (1)$$

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c} \quad (2)$$

式中, a 为位置参数; b 为尺度参数; c 为形状参数。

1.2 假设的验证

计算机模拟技术的飞速发展是现代森林经营基

础的研究提供了可能。昔日由于耗时费力的距离测量而难以开展的林木间距的研究, 今天可以通过计算机模拟技术得以实现。目前已经出现了许多专门用来模拟林木分布格局的软件如 Stochastic Geometry 4.1^[3]、Generate 1.0^[6]和 Winke mass 1.1^[2]等。本研究采用地统计模拟程序 Stochastic Geometry 4.1 来产生模拟林分, 用 Winke mass 1.0 软件来计算距离, 用 Kolmogoroff-Smirnoff (K-S) - 检验^[7]进行分布假设检验。

2 结果与分析

按照上述方法模拟产生了 30 个林分。图 1 显示了其中部分林分的林木最近距离分布图式。

表 1 展示了 30 个模拟林分用 Weibull 分布函数拟合及 K-S 检验结果。

表 1 30 个林分的距离分布检验结果

种群分布格局类型	编号	Weibull- 分布参数			R^2	RMSE	\hat{D}	$D_{0.05}$
		a	b	c				
随机	1	0	3 074	2 165	0.998 9	0 01	0 032	0 081
	2	0	2 765	2 067	0.999 7	0 01	0 014	0 074
	3	0	2 500	1 969	0.998 8	0 01	0 030	0 067
	4	0	2 350	2 155	0.999 3	0 01	0 021	0 064
	5	0	2 123	2 047	0.999 0	0 01	0 028	0 059
	6	0	1 318	1 991	0.998 6	0 01	0 033	0 077
	7	0	1 477	2 181	0.998 5	0 01	0 028	0 088
	8	0	1 692	1 854	0.997 4	0 02	0 056	0 102
	9	0	1 596	2 167	0.997 6	0 02	0 040	0 092
	10	0	1 726	2 138	0.999 4	0 01	0 022	0 099
团状	11	0	1 933	1 619	0.998 9	0 01	0 034	0 066
	12	0	2 043	1 601	0.997 9	0 02	0 048	0 069
	13	0	2 209	1 656	0.997 0	0 02	0 050	0 076
	14	0	2 129	1 772	0.999 3	0 01	0 019	0 076
	15	0	2 132	1 591	0.999 1	0 01	0 020	0 070
	16	0	1 830	1 507	0.998 5	0 01	0 037	0 065
	17	0	2 034	1 562	0.996 5	0 02	0 049	0 065
	18	0	2 076	1 713	0.998 5	0 01	0 029	0 074
	19	0	1 947	1 624	0.998 5	0 01	0 031	0 062
	20	0	2 042	1 726	0.997 7	0 02	0 046	0 063
均匀	21	0	2 143	2 798	0.993 1	0 03	0 052	0 108
	22	0	2 181	3 473	0.999 4	0 01	0 044	0 107
	23	0	2 156	3 021	0.998 9	0 01	0 042	0 104
	24	0	2 391	4 068	0.998 4	0 02	0 045	0 109
	25	0	1 986	2 482	0.999 3	0 01	0 043	0 107
	26	0	2 056	2 803	0.996 3	0 02	0 043	0 107
	27	2.17	1 09	1 66	0.996 3	0 02	0 011	0 075
	28	1.05	0 53	1 46	0.997 4	0 01	0 018	0 077
	29	0.69	0 71	1 45	0.999 2	0 01	0 014	0 077
	30	1.20	1 45	1 42	0.997 8	0 01	0 017	0 075

注: a, b, c , Weibull 函数的参数; R^2 , 相关指数; RMSE, 标准差; \hat{D} , 最大差值的绝对值; $D_{0.05}$, K-S 临近值; 显著水平 $\alpha = 0.05$, 编号为 27~30 的林分林木水平分布相对很均匀。

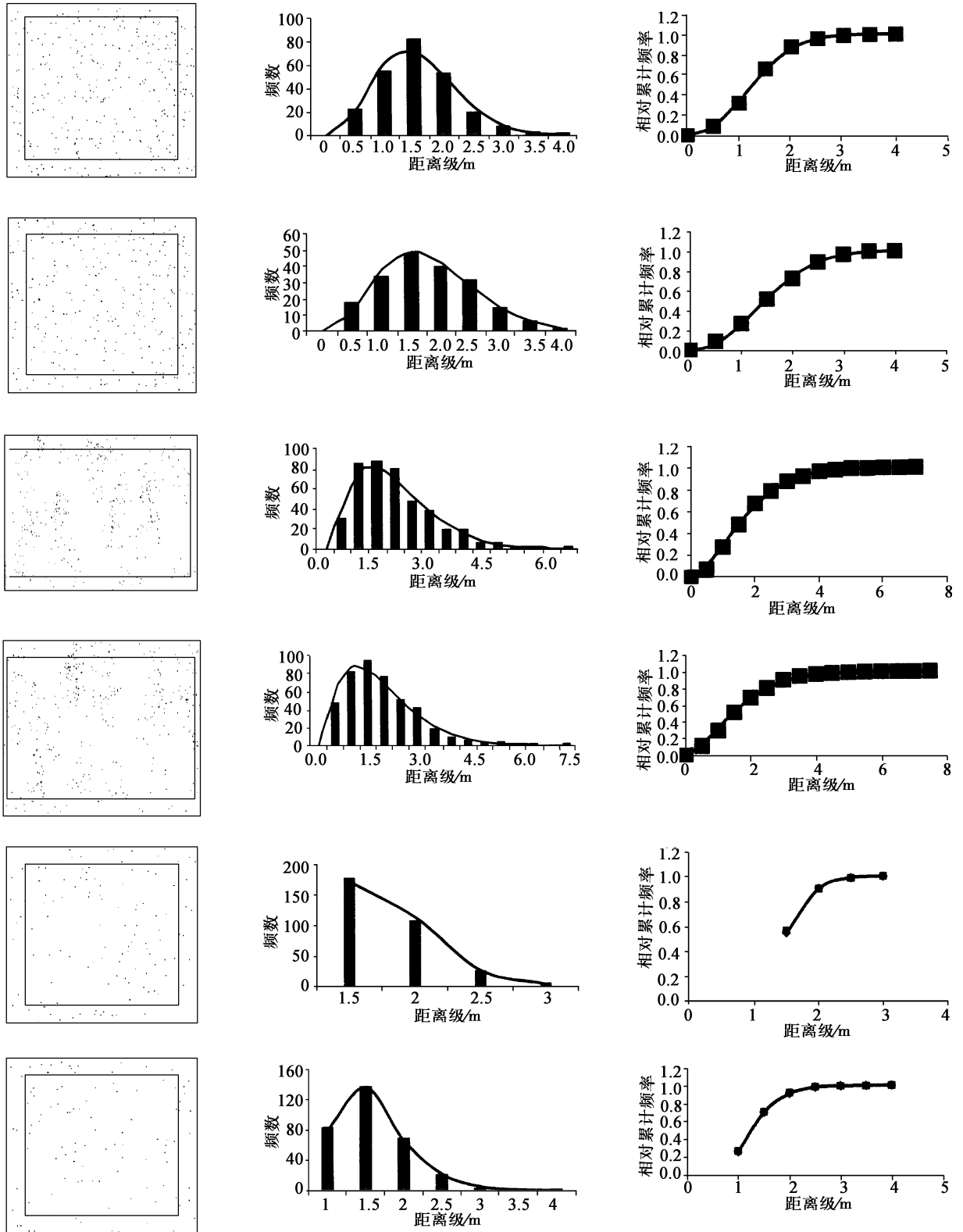


图 1 林木最近距离分布图式

由表 1 可见, 拟合的相关指数很高并且标准差小。绝对最大差异没有一个超过 $K-S$ 临近值, 显著水平达 $\alpha = 0.05$ 。这表明最近距离分布可以用

Weibull 分布函数很好地予以描述, 此外还可以看出, 通常最近距离可用 2 参数予以描述, 只有对于林木水平分布格局为特别均匀时才有必要用 3 参数来

描述,而这种特均匀的林木水平格局在天然林中是不常见的。

作为对模拟林分的补充, 研究还分析了 2 块我国东北红松阔叶林试验地材料(表 2)。

表 2 东北红松阔叶林蛟河试验地 2 个现实林分的特征值

编号	样地面积 /m ²	密度 / (株·hm ⁻²)	分布类型	树种
I	900	800	随机	红松(<i>Pinus koraiensis</i> Sieb. Et Zucc.), 水曲柳(<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.), 沙冷杉(<i>Abies holophylla</i> Maxim.), 色木(<i>Acer mono</i> Maxim.) 等 13 个树种
II	900	1 044	随机	红松、核桃楸(<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.), 沙冷杉、紫椴(<i>Tilia amurensis</i> Rupr.), 色木等 13 个树种

验证结果见图 2。由图 2 可见, 2 个现实林分的林木最近距离分布是单峰型的, 这与前人的模拟和观察结果是一致的。用 Weibull 分布函数进行拟合,

相关指数高达 0.997, 这进一步表明: 林木最近距离分布遵从 Weibull 分布。

编号

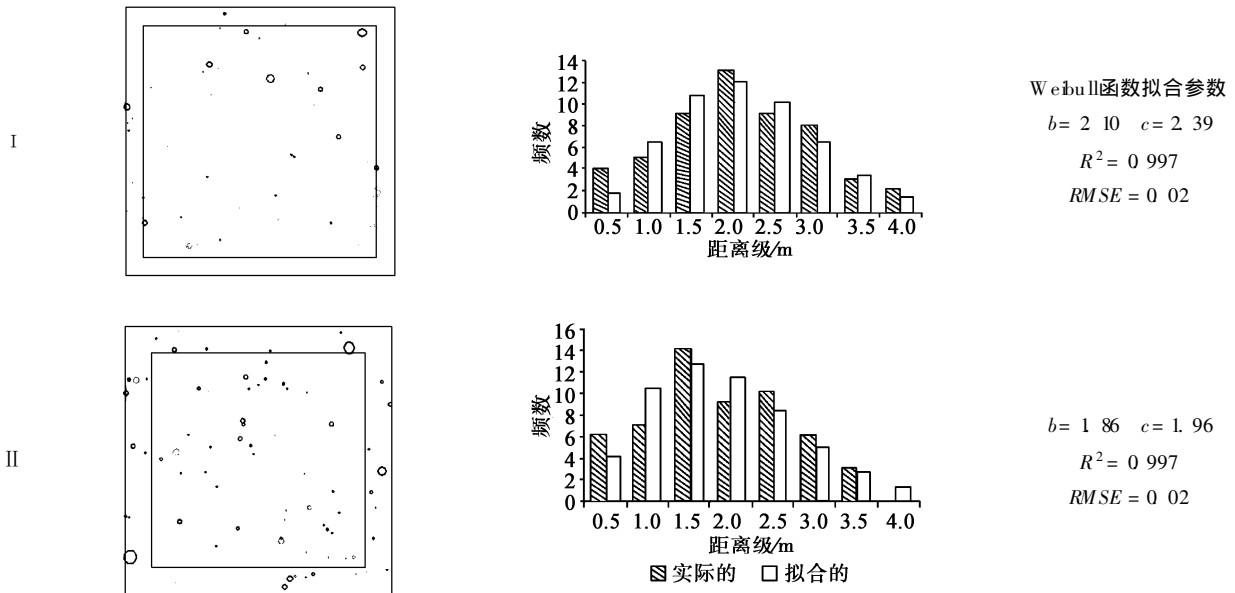


图 2 2 个试验林分的林木最近距离分布及其拟合结果

3 结论

(1) 林木最近距离分布为单峰型, 可用 Weibull 分布函数予以恰当描述。

(2) 对于林木水平分布格局为团状或随机的森林群落(如结构丰富的天然林)而言, 其林木最近距离分布仅用 2 参数的 Weibull 分布函数足以很好地表达; 而对于林木水平分布格局为十分均匀的森林群落(如人工林)而言, 其林木最近距离分布才需要用 3 参数的 Weibull 分布来描述。

(3) 林木最近距离分布的恰当描述是进一步对

其进行预测的前提。寻找分布规律的目的在于深入了解分布的特性, 进而通过非耗时费力容易获得的因子对分布进行预测。研究提出的描述林木最近距离分布的模型为进一步预测分布创造了条件。

参考文献:

[1] Pretsch H, Seifert S. Wissenschaftliche Visualisierung des Wachstum[s] [J]. AFZ/derWald 1999 18 960~ 962

[2] Hui G Y, Albert M, Chen B W. Reproduktion der Baumverteilung in Bestand unter Verwendung des Strukturparameters Winkelmaß [J]. Allgemeine Forst u. Jagdzeitung 2003 174(5/6): 109~ 116

[3] Stoyan D, Stoyan H. Fraktale Formen Punktfelder Methoden der

Geometrie-Statistik[M]. Berlin: Akademie-Verlag, 1992: 323

2002, 173(9): 173~177

- [4] Pommerening A. Eine Analyse neuer Ansätze zur Bestandesinventur in strukturreichen Wäldern. Diss. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie[M]. Göttingen: Cuvillier Verlag, 1997: 51~54
- [5] Hui G Y, Gadow K v. Das Wirkelnass-Theoretische Überlegungen zum optimalen Standardwinkel[J]. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung

- [6] Albert M. Analyse der eingriffsbedingten Strukturveränderung und Durchforstungsmodellierung in Mischbeständen[M]. Dissertation Universität Göttingen. Göttingen: Hainholz Verlag, 1999: 63~68
- [7] Sachs L. Angewandte Statistik[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1973: 71~197

欢迎订阅《北京林业大学学报》

(美国工程索引(Ei)收录期刊)

邮发代号: 82—304

国内定价: 10元/期

《北京林业大学学报》是教育部主管、国内外公开发行的全国性林学与森林生物学学术期刊。本刊拥有以北京林业大学、中国科学院、中国林业科学研究院、国内其他重点综合性大学、农林院校、工科院校以及国外有关科研机构和大学等单位的研究人员为主体的作者队伍。

《北京林业大学学报》是中国自然科学核心期刊、中文核心科技期刊、科技部“中国科技论文统计源期刊”和中国科学院“中国科学引文数据库统计源期刊”。

《北京林业大学学报》被中国科学院列入中国自然科学学术期刊排行榜(农林类)前10名,并荣获第二届国家期刊奖提名奖和第三届国家期刊奖百种重点期刊等多项全国优秀期刊奖。

连续收录《北京林业大学学报》的著名检索期刊和数据库有:美国工程索引(Ei)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、英国“国际农业与生物科学研究中心”数据库(CABI)、英国《动物学记录》(ZR)、中国科学引文数据库、《中国生物学文摘》、中国林业科技文献数据库等。

《北京林业大学学报》为双月刊,大16开本,单月月底出版。国内由北京市报刊发行局总发行,全国各地邮局收订。如当地邮局订阅不便或错过征订时间,也可直接汇款向本刊编辑部订阅。

邮编、地址: 100083北京市清华东路35号《北京林业大学学报》编辑部

发行电话: 010-62338397刘大林先生

发行电子信箱: lmz@bjfu.edu.cn