

大腹异木棉 *Ceiba insignis* 实生苗年生长节律研究

Annual Growth Rhythm of *Ceiba insignis* Seedling

金海湘 龚雪 朱报著

JIN Hai-xiang, GONG Xue, ZHU Bao-zhu

摘要: 大腹异木棉 *Ceiba insignis* 是近年来应用广泛的景观树种。通过对其实生苗株高、地径的年生长节律进行调查,并利用 Logistic 模型进行拟合,进而划分生长时期。调查发现,一年中苗木株高存在 2 次生长高峰,分别在 6 月和 8 月,地径于 8 月出现 1 次生长高峰。Logistic 方程拟合度高,根据该曲线模型的特点,将苗木一年中生长阶段划分为生长初期(1—3 月)、速生期(4—10 月)、生长后期(11—12 月)3 个阶段,与其生物学特性相似且易混淆的同属植物美丽异木棉 *Ceiba speciosa* 生长过程也可划分为 3 个阶段,各阶段时间存在差异。并根据其生长规律研究成果及广州市气候环境提出相应栽培养护方案。

关键词: 大腹异木棉; 实生苗; 生长节律; Logistic 方程

中图分类号: S688

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641(2020)03-0049-06

收稿日期: 2019-07-08

修回日期: 2020-03-19

Abstract: In recent years, *Ceiba insignis* is widely used in landscape. The annual growth rhythm of height and basal diameter of *C. insignis* seedlings is investigated, then the Logistic model is used for fitting, and the growth period is divided. The results show that the seedling response fits the Logistic quite well. During the year, there are two growth peaks of seedling height, respectively in June and August, and one growth peaks of basal diameter in August. According to the characteristics of the pattern diagram Logistic equation, the seedling stage is divided into 3 samples as blow: early growth period and rapid growth period and later growth period. The seedling stage of *C. speciosa* is also divided into 3 samples, which biological characteristics are similar to *C. insignis*. They are easy to be confused, but the time of each stage is different. Finally, rational nursery methods are applied according to the research results and the climate of Guangzhou.

Key words: *Ceiba insignis*; Seedling; Growth rhythm; Logistic equation

大腹异木棉 *Ceiba insignis* 又名大福木棉、樱花木棉、南美酒瓶树(South American Bottle Tree),属于木棉科 Bombacaceae 吉贝属,原产于南美西部,哥伦比亚至阿根廷北部^[1-3],因成年树的树干下部膨大呈酒瓶状而得名。其树干浓绿,树冠伞形,叶色青翠,是南亚热带地区难得的冬季开花乔木,也是庭院绿化和美化、林荫大道建设的优良树种^[2]。迄今针对大腹异木棉的研究较少,主要集中在种植技术^[4]、生殖细胞发育^[5-6]、部分性状的生长规律^[2-3]等方面,其中在生长规律方面,仅阙彩霞作关于胸径及冠幅

的报道^[3]。本文研究侧重的是大腹异木棉苗期株高、地径生长方面的规律,利用 Logistic 模型对其生长节律进行分析并划分生长阶段,以期科学地指导日常栽培。美丽异木棉 *Ceiba speciosa* 与大腹异木棉为同属植物,在多个生物学特性上极为相似且易混淆,其生长规律相关研究^[7]对大腹异木棉生长规律的研究存在一定参考价值,但两者原生境、适应温区等习性存在差异^[1,7-8],故美丽异木棉的养护方法并不完全适用于大腹异木棉,因此有必要将二者的生长规律进行对比,提出更适宜大腹异木棉的管养方案。

1 试验地概况

试验地位于广州市南沙区东涌绿艺苗圃(22.8°N, 113.5°E),属南亚热带季风性海洋气候,温暖多雨,常年平均气温 22.6℃,年平均雨量 1 673.1 mm,夏秋常受热带气旋影响,2018 年共受到 3 个台风的影响^[9]。种植土壤为一般耕地,经测量 pH 值为 5.71。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料和栽培条件

试验苗木为于 2017 年 5 月沙床

播种萌发，泥炭土种植及正常水分管理的实生苗。苗木种子采集于广州市公共绿地中大腹异木棉个体，样本来源均为同一植株。

试验的种植土壤为一般耕地、土层深厚，pH 值 5.71~6.12；两周淋水一次，雨天时视土壤情况淋水；一个月施混合肥一次，每次每棵树 15~20 g。

2.2 数据收集

选择 366 株高度约 90 cm、地径 6 mm 以上、长势一致的实生苗，定植于直径 80 cm 的种植袋中，作为观测样本。自 2017 年 11 月 10 日开始第 1 次测量，每隔 30 天测量一次株高、地径，至 2018 年 12 月结束。数据收集完成后，去除因台风、病虫害、机械损伤等导致主干折断或损伤严重的样本个体，最终参与分析样本共 319 株。

2.3 Logistics 拟合方法及生长期划分

试验采用 Excel 和 SPSS20 软件进行数据分析处理。利用 SPSS20 版本软件分别对大腹异木棉的株高和地径的生长量作 Logistic 曲线模型拟合：

$$y = k / (1 + e^{-a-bx}) \quad (1)$$

式中，y 为生长量，x 为生长时间，k 为特定条件下株高（或地径）生长可能达到的极限值，a、b 为待定系数^[10-11]。

得到拟合方程后，模型中植物生长速度存在拐点，可利用该特点划分生长阶段。速度函数 2 个特征拐点公式：

$$t_1 = \frac{1}{-b} \ln \frac{2 - \sqrt{3}}{e^a} \quad (2)$$

$$t_2 = \frac{1}{-b} \ln \frac{2 + \sqrt{3}}{e^a} \quad (3)$$

利用 Excel 计算出拐点时间，以拐点为参考划分 3 个生长阶段^[11-13]。

2.4 苗木种质鉴定

随机采样 5 个样本，每个样本取 2 片完整且健康的叶片，利用张永强等^[14]的方法对样本进行种的鉴

定，序列分析均在 MEGA6.06 软件上完成，采用 Maximum Parsimony 方法构建系统发育树。用于鉴定的 4 个广州市已报道属内相似物种^[14-15]和 1 个同科属外物种的 GenBank 序列代码如下：*Ceiba crispiflora* (HQ658387)、*Ceiba ventricosa* (KM453172)、美丽异木棉 (KF760364)、大腹异木棉 (KM488629)、木棉 *Bombax ceiba* (KM453163)。

3 结果与分析

3.1 种质鉴定结果

系统发育树（图 1）中样品

(unknow sequence) 与大腹异木棉的亲缘关系最近，置信度 83%，故观测样本为 *Ceiba insignis*。

3.2 株高生长规律年变化

从株高生长规律（表 1）得知，2017 年 11 月—2018 年 3 月苗木生长迟缓，基本处于停滞状态；4 月之后生长不断加快，至 6 月出现第 1 个生长高峰，之后生长速度有所减缓，到 8 月出现第 2 次生长高峰；进入 9 月后生长速度有所减缓，11 月时生长缓滞。由此可见，株高的生长并非直线上升，一年中存在 1~2 次生长迟缓期，生长期持续时间长达 7~8 个月，存在 2 次高峰，属于全期生长类型乔木^[16]。

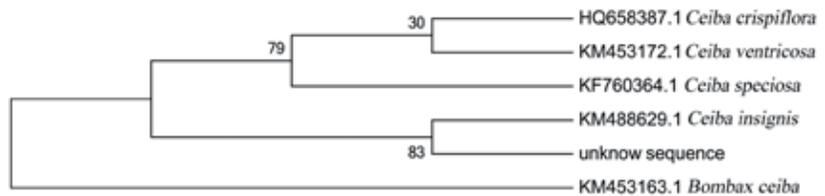


图 1 苗木样品系统发育树

表 1 大腹异木棉实生苗株高生长过程

观测日期	记录期内生长时间/d	生长总量		净生长量	
		株高/cm	累积/%	株高/cm	累积/%
2017/11/10	0	95.47 ± 11.32	39.33	0.00	0.00
2017/12/7	27	97.45 ± 12.00	40.15	1.97	0.82
2018/1/14	65	99.26 ± 12.42	40.89	1.81	0.75
2018/2/8	90	102.15 ± 12.96	42.09	2.90	1.20
2018/3/13	123	105.40 ± 14.79	43.42	3.25	1.34
2018/4/13	154	111.53 ± 17.68	45.95	6.13	2.53
2018/5/15	186	126.70 ± 22.13	52.20	15.17	6.27
2018/6/13	215	159.47 ± 26.28	65.70	32.77	13.54
2018/7/13	245	183.38 ± 31.80	75.55	23.92	9.88
2018/8/7	270	218.02 ± 42.37	89.82	34.64	14.32
2018/9/7	301	229.30 ± 44.24	94.47	11.28	4.66
2018/10/10	334	240.58 ± 49.36	99.12	11.28	4.66
2018/11/7	362	241.95 ± 49.44	99.68	1.37	0.56
2018/12/10	395	242.73 ± 48.96	100.00	0.78	0.32

注：株高净生长量 = 当月株高生长总量 - 上月株高生长总量；累积量 = 当月株高生长总量 / 最后一次测量的株高生长总量 × 100%

3.3 地径生长规律年变化

由苗木地径生长规律(表2)得知,2017年11月—2018年3月,地径生长迟缓;4月开始恢复生长后净生长量持续增长,至8月达到峰值,仅30d内的净生长量达19.52mm,之后生长速度减缓,10—11月生长速度回升接近峰值,但仍有差距;进入12月后生长缓慢。地径的生长峰虽比株高略晚,但持续生长时间更长。

3.4 苗期生长模型建立和拟合

一年中,大腹异木棉地径和株高的生长速度均呈现出“慢-快-慢”的规律,生长变化趋势表现为“S”型生长曲线(图2~3),生长特征符合Logistic数学模型拟合条件^[13](表3)。株高、地径的回归统计检验达极显著水平($P < 0.01$),其实际观测数据和拟合方程吻合度高。

3.5 生长阶段划分

将一年周期内的株高和地径生长各划分为3个生长阶段(表4)。

大腹异木棉苗期实生苗在广州地区环境气候条件下,生长初期维持近4个月,该阶段株高和地径的净生长量分别占一年中总生长量的9.69%和5.31%,此时苗木生长量小,但已逐渐从冬季的缓生状态中恢复。4月中旬至10月中旬为株高和地径的速生期,生长速度较快,净生长量分别占全年的88.83%和78.28%,该阶段的养护水平决定了苗木的质量。当苗木进入生长后期时,株高净生长量仅为1.48%,近乎停滞状态;地径生长量为16.41%,生长速率逐步下降,但仍处于明显生长状态,此时苗木逐渐木质化,为越冬作准备。

按试验划分的生长阶段,以相同的处理方法得到2018—2019年大腹异木棉株高和地径的生长情况。对比2017—2018年和2018—2019年2个年度生长情况可知,不同时期的生长量占比稳定(表5)。

此外,在速生期,苗木生长旺盛,

表2 大腹异木棉实生苗地径生长过程

观测日期	记录期内生长时间/d	生长总量		净生长量	
		地径/mm	累积/%	地径/mm	累积/%
2017/11/10	0	9.85 ± 1.79	10.34	0.00	0.00
2017/12/7	27	10.47 ± 2.13	11.00	0.63	0.66
2018/1/14	65	11.31 ± 2.89	11.88	0.84	0.89
2018/2/8	90	11.66 ± 3.06	12.24	0.35	0.37
2018/3/13	123	12.36 ± 3.63	12.98	0.70	0.75
2018/4/13	154	14.97 ± 5.35	15.72	2.61	2.76
2018/5/15	186	19.72 ± 7.39	20.70	4.75	5.04
2018/6/13	215	30.63 ± 10.48	32.16	10.91	11.58
2018/7/13	245	43.99 ± 13.45	46.19	13.36	14.18
2018/8/7	270	63.51 ± 17.15	66.69	19.52	20.71
2018/9/7	301	72.42 ± 19.33	76.04	8.91	9.46
2018/10/10	334	81.34 ± 22.57	85.40	8.91	9.46
2018/11/7	362	94.24 ± 25.46	98.95	12.90	13.69
2018/12/10	395	95.24 ± 25.46	100.00	1.00	1.05

注:地径净生长量=当月地径生长总量-上月地径生长总量;累积量=当月地径生长总量/最后一次测量的地径生长总量×100%

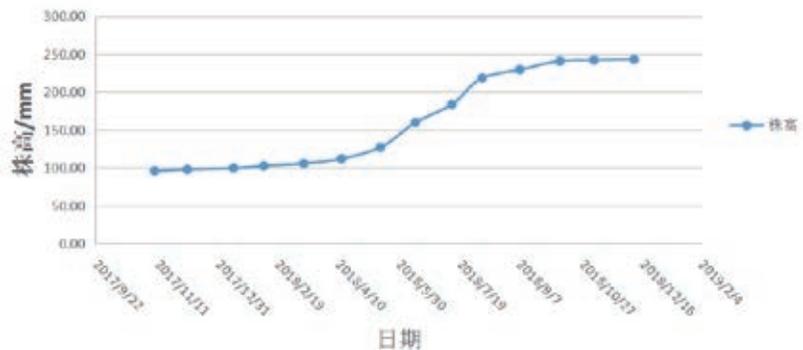


图2 大腹异木棉株高生长曲线

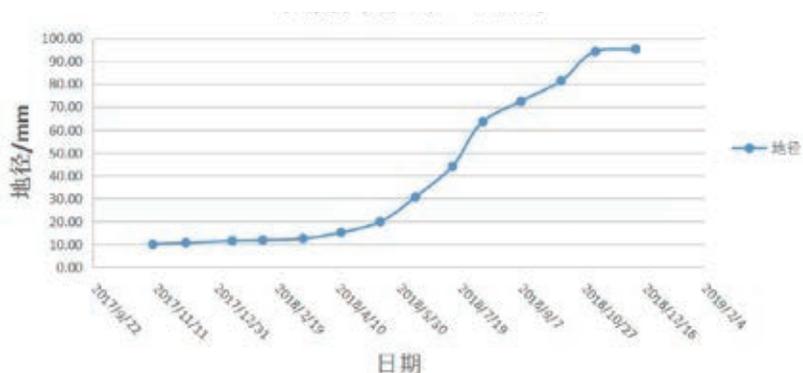


图3 大腹异木棉地径生长曲线

表3 大腹异木棉株高、地径的 Logistic 模型

	回归方程	方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
株高	$y = \frac{449.308}{1 + e^{1.607 - 0.005x}}$	回归	409 562.985	3	136 520.995	436.146	0
		残差	3 443.182	11	313.017		
		总计	413 006.167	14			
		R=0.965	R ² =0.932				
地径	$y = \frac{115.348}{1 + e^{3.965 - 0.015x}}$	回归	37 645.459	3	12 548.486	447.489	0
		残差	308.465	11	28.042		
		总计	37 953.924	14			
		R=0.989	R ² =0.979				

表4 大腹异木棉生长阶段划分及生长情况

生长阶段	时间段	累积生长量 /cm	净生长量 /cm	生长量全年占比 /%	
株高	生长初期	12月—次年4月	111.53	14.08	9.69
	速生期	4—10月	240.58	129.05	88.83
	生长后期	10—12月	242.73	2.15	1.48
地径	生长初期	12月—次年4月	1.24	0.45	5.31
	速生期	4—10月	8.13	6.63	78.28
	生长后期	10—12月	9.52	1.39	16.41

表5 2017—2019年各生长期生长情况对比

生长阶段	时间段	2017—2018年		2018—2019年		
		生长量全年占比 /%	净生长量 /cm	生长量全年占比 /%	净生长量 /cm	
株高	生长初期	12月—次年4月	9.69	14.08	12.53	28.53
	速生期	4—10月	88.83	129.05	81.07	184.51
	生长后期	10—12月	1.48	2.15	6.39	14.54
地径	生长初期	12月—次年4月	5.31	0.45	7.09	0.47
	速生期	4—10月	78.28	6.63	81.06	5.41
	生长后期	10—12月	16.41	1.39	11.84	0.79

新梢、部分附着于新梢的叶柄表皮呈淡红色或暗红色(图4-a-b),新叶略带红色(图4-c);在生长初期和生长后期,驻梢表皮呈绿色(图4-d)。

4 大腹异木棉与美丽异木棉的对比

大腹异木棉与美丽异木棉的生

物学特性极为相似,但仍存在差异,如美丽异木棉较大腹异木棉更耐低温^[1]。因此,将二者生长节律异点进行对比分析,有助于区别管理、使大腹异木棉管理精细化。

基于廖美兰等^[7]对美丽异木棉苗期生长节律的研究进行对比,本试验中大腹异木棉和美丽异木棉的生长周期都可以分为3个阶段,且

生长初期与生长后期的生长速度均较为缓滞;两者的株高在速生期均存在2个生长高峰,地径均存在1个高峰。

两者生长节律差异体现在生长高峰具体情况的不同:1)大腹异木棉株高的2个生长高峰(6月和8月)较美丽异木棉的生长高峰(7月和10月)更早、更集中。2)大腹异木棉地径生长高峰较美丽异木棉早1个月,美丽异木棉地径在生长高峰后生长速度逐步降低至生长停滞,而大腹异木棉在生长高峰后生长速度总体呈下降趋势,但中途有所波动,最后进入生长缓滞状态。3)美丽异木棉的速生期为5—10月,大腹异木棉的速生期为4—10月,后者较前者更早进入速生期,且速生期长1个月。这意味着大腹异木棉的栽培养护措施较美丽异木棉应更早开展。

本试验场地和廖美兰等^[7]栽培美丽异木棉的场地位于不同城市,观测期间两市环境温度差异极小,土壤pH差异较大,故造成两者生长差异的原因是物种生物学特性,还是除温度以外的土壤、光照等条件,有待进一步研究。

5 结论与讨论

调查发现,在本试验管养条件下,大腹异木棉一年中可分为3个



图4 大腹异木棉实生苗各枝梢表皮、叶柄和叶片颜色展示

生长阶段,株高存在2个生长高峰,地径存在1个生长高峰,速生期生长量占全年生长量的80%以上。对比其他大腹异木棉生长规律研究文献,阙彩霞^[3]认为大腹异木棉胸径有2个生长高峰,分别在4—6月和10月,且进入冬季后基本停止生长。本试验中大腹异木棉的地径仅在8月出现1个生长高峰,虽然无明显第二个生长高峰,但10—11月间生长速度出现大幅回升,与胸径生长波动相近,冬季时仍缓慢生长。

本试验中一成不变的水肥管理

条件并非最佳方案,大腹异木棉苗木栽培管理应针对不同时期生长特点制定。1) 生长初期是幼苗恢复生长的重要时期,1—2月广州气温虽有回暖但多变,仍可能出现冻害,此时应做好防寒措施,有利于苗木恢复生长,避免冻伤,为速生期生长打好基础。2) 在4—10月速生期苗木生长速度最快,此时栽培措施能发挥最大效益。应薄肥勤施,可每20天施肥1次,肥量视苗木大小而定^[4]。同时,速生期植物生长需水量大,应保证淋水充足,但其根

系不耐水涝,雨水较多时应增强土壤透水、透气性,提高根系呼吸作用,及喷洒药物预防茎腐病等。此外,9—10月为广州台风高发期,大腹异木棉幼苗抗风性差,枝干易折断,且幼苗木质化程度不足,台风天气仍需加强支护,防止截顶或主干折断。3) 在生长后期苗木生长缓慢,需肥量小,过多施肥会造成浪费,应减少施肥总量。但苗木地径仍在生长,并逐渐木质化,可适当提高有机肥及磷钾肥比例,提高作物抗寒能力,为越冬作准备。同时,生长后期植物需水量减少,入冬前淋足水,入冬后减少淋水,亦可减少冻害。

注:本文图片均由作者自绘自摄。

参考文献:

- [1] ERNIE WASSON, TONY RODD. 世界园林乔灌木 [M]. 包志毅, 陈俊愉, 译. 北京: 中国林业出版社, 2004: 195-196.
- [2] 阙彩霞. 大腹木棉树干痛刺的初步研究 [J]. 南方园艺, 2017, 28 (5): 13-16.
- [3] 阙彩霞. 大腹木棉生长节律研究 [J]. 宁夏农林科技, 2017, 58 (5): 25-26.
- [4] 阙彩霞. 大腹木棉传统种植与标准化种植比较 [J]. 北方农业学报, 2016, 44 (3): 15-18.
- [5] GALATI BG, ROSENFELDT S. The Pollen Development in *Ceiba insignis* (Kunth) Gibbs & Semir ex *Chorisia speciosa* St. Hil. (Bombacaceae) [J]. *Phytomorphology*, 1998, 48 (2): 121-129.
- [6] GALATI BG, ROSENFELDT S. Ovule Ontogenesis in *Ceiba insignis* (Kunth) Gibbs & Semir (ex. *Chorisia speciosa* St. Hil.) (Bombacaceae) [J]. *Phytomorphology*, 1997, 47 (3): 247-253.
- [7] 廖美兰, 王华新, 汪艳云, 等. 美丽异木棉苗期生长节律 [J]. 广西林业科学, 2014, 43 (1): 101-104.
- [8] SEMIR J, GIBBS P. A Taxonomic

- Revision of the Genus Ceiba Mill. (Bombacaceae) [J]. Anales del Jard í n Bot á nico de Madrid, 2002, 60 (2): 259-300.
- [9] 广州市南沙区人民政府. 2018年南沙气候检测公报 [EB/OL]. (2019-01-29) [2019-07-01]. http://www.gzns.gov.cn/xxgk/ns18/201901/t20190129_381116.htm.
- [10] 戴国俊, 王金玉, 杨建生, 等. 应用统计软件 SPSS 拟合生长曲线方程 [J]. 畜牧与兽医, 2006, 38 (9): 28-30.
- [11] 董江水. 用 SPSS 软件拟合 Logistics 曲线研究 [J]. 金陵科技学院学报, 2007, 23 (1): 21-24.
- [12] 胡文冉, 范玲, 田晓莉, 等. Excel 在 Logistic 曲线拟合中的应用 [J]. 农业网络信息, 2013 (3): 16-18.
- [13] 莫红, 陈瑛. 基于 Logistic 方程的植物生长过程模型与最优分析 [J]. 焦作大学学报, 2006 (4): 70-71.
- [14] 张永强, 沈海岑, 陈峥, 等. 广州市异木棉属种质资源遗传评价 [J]. 中国农学通报, 2018, 34 (33): 80-89.
- [15] 姜屿. 美丽异木棉种质多样性研究 [D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2018.
- [16] 沈国舫. 森林培育学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.

作者简介:

金海湘 / 1976 年生 / 男 / 湖南宁乡人 / 本科 / 广州市绿化公司 (广州 510440) / 风景园林高级工程师 / 专业方向为风景园林设计、园林植物研究与应用

龚雪 / 1993 年生 / 女 / 湖北荆门人 / 硕士 / 广州市绿化公司 (广州 510440) / 专业方向为园林植物研究与应用

朱报著 / 1966 年生 / 男 / 广东梅州人 / 本科 / 广东省林业科学研究院 (广州 510000) / 教授级高级工程师 / 研究方向为森林培育

2020 年《广东园林》投稿简约

亲爱的读者朋友:

为提高本刊的编辑工作效率和出版质量, 所有来稿请按下列规范撰写:

文字部分

- 1、题目 (22~28 字, 简明扼要, 请使用单标题);
- 2、摘要 (字数 250, 采用第三人称撰写, 术语规范化, 独立成文, 应阐明研究具体的目的、方法、结果和结论, 客观反映文的内容; 对应有英文翻译);
- 3、关键词 (3~6 个) 及对应的英文翻译;
- 4、正文字数在 5000 字内。

图表部分

- 1、如有插图, 应在文内相应处用括号标注出图片编号。图片不需插在文内, 请单独提供 (JPG、TIF 格式, 确保单张图片大小 1M 以上、分辨率不小于 300 dpi), 图片编号应与文中标注的图号保持一致, 具简要的图名, 并注明图片的来源。绘制的图片要求具有清晰的文字、数字、图例、比例尺, 涉及国界线的图件, 应严格按照国家最新版本地图绘制。
- 2、附表应采用“三线表”, 必要时可加适当辅助线。

参考文献

参考文献应著录不少于 8 条的引用文献, 按顺序, 在内文相应处句末采用上标形式以中括号标出序号。同一处引用多篇文献时, 只将各文献序号用“,” 连接列出。连续序号直接标注起讫序号。

请勿引用未正式出版的资料。

参考文献题名之后必须标注文献类型标识: [M]-专著, [J]-期刊文章, [C]-论文集, [N]-报纸文章, [D]-学位论文, [R]-报告, [S]-标准, [P]-专利, [DB]-数据库, [CP]-计算机程序, [EB]-电子公告, [Z]-各种未定义类型的文献。具体示例如下:

a. 期刊: [序号] 著者 (外文姓前名后全大写, 名可缩写并省略缩写点; 3 人以上作者只列前 3 人, 后用“等”省略, 中间用逗号隔开). 题名 [J]. 期刊名 (外文可缩写, 并省略缩写点), 出版年, 卷号 (期号): 起止页码.”, 如期刊无卷号, 则为: “出版年 (期号): 起止页码.”

如: [1] 胡晓敏, 董华政, 叶小玲, 等. 鸿运玉兰嫁接繁育技术初探 [J]. 广东园林, 2014, 36 (1): 77-73.

b. 专著: [序号] 著者. 书名 [M]. 版次 (第 1 版不标注). 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码.

如: [1] 周琳洁. 广东近代园林史 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011: 132-139.

c. 报告: [序号] 主要责任者. 文献题名 [R]. 报告地: 报告会主办单位, 年份.

如: [1] 冯西桥. 核反应堆压力容器的 LBB 分析 [R]. 北京: 清华大学核能技术研究院, 1997.

作者数量及信息部分

署名作者不超过 3 位; 所有作者须提供出生年份、单位、职称 (含所在地及邮编); 通信作者需另提供电话、详细联系地址、E-mail。

本刊联系方式

E-mail: 1146724404@qq.com

地址: 广州市越秀区陵园西路 1 号之四 308 (邮编: 510055)

联系电话: 020-36377332