

徐淮平原农田防护林主要 造林树种生长特性

万福绪 胡海波 张金池

(南京林业大学, 南京 210037)

蒋富荣

孙文康

(江苏省铜山县林业局) (江苏省新沂市多种经营管理局)

摘 要 对徐淮平原农田防护林杨树生长特性的研究结果表明: ①同一林带不同林木个体随着年龄的增长, 树高、胸径和冠幅的绝对差异逐渐增大而相对差异逐渐减小。②林带建立 2~3 a 后, 林木进入速生期。③树高、胸径和材积生长符合 Logistic 方程。④林网中不同杨树无性系生长速度从快到慢依次是: NL-116 杨, NL-121 杨, W-46 杨, NL-203 杨, I-69 杨和 I-214 杨, 基于林带中 NL-105 杨和 NL-106 杨生长优于林网中林木。⑤NL-203 杨冠幅小, 适于在农田防护林中推广。⑥林带方向上的冠幅一般小于与其垂直方向上的冠幅。⑦冠幅与胸径的相关性较高, 与树高没有相关性。⑧树高与胸径有着密切关系。与片林相比, 林网中的林木尖削度较大。

关键词 农田防护林; 杨属; 生长曲线; 树高; 胸高直径; 冠层; 徐州

中图分类号 S758.5; S792.110.6

1 研究区概况

研究区设在徐淮平原的徐州市, 包括铜山县大庙镇和新沂市邵店镇。该地属暖温带湿润气候区。年平均气温 15℃左右, 降水量 800~900 mm (主要集中于 6~8 月), 无霜期约 200 d。影响农业生产的主要自然灾害有干旱、雨涝、干热风、霜冻、飓风和冰雹等。农业上以稻和麦两熟为主。大庙镇为黄泛冲积平原, 土壤类型有二合土、砂土以及为数不多的山淤土和轻盐碱土, 土壤 pH 8.0~9.0, 土壤质地较好, 大多为砂壤、轻壤和中壤土。二合土不但通气性好且保水保肥能力强; 砂土结构差, 肥力低。邵店镇是沂河沭河冲积平原, 土壤类型为潮土, 质地为砂壤土和壤土。土壤肥沃, 水源充足。

1990 年前, 两地农田林网很不规整, 特别是大庙镇不但缺株断带, 而且病虫害严重。有些地方根本没有林带。农田防护林树种有大官杨、沙兰杨和 I-214 杨等。1990 年全面规划后,

收稿日期: 1995-11-21; 修改稿收到日期: 1996-03-04

* 黄淮海综合开发技术研究项目

于1991年春建立了以新一代无性系杨树为主的高标准农田林网, 其中杨树包括I-69杨, NL-105杨, NL-106杨, NL-116杨, NL-121杨, NL-203杨, W-46杨和I-214杨等, 另外林网中还有水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、泡桐(*Paulownia fortunei*)和白蜡(*Fraxinus bungeana*)等树种。灌木树种主要是紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)和杞柳(*Salix integra*)。草本植物有黄花菜(*Heremacallis citrina*)。许多地段建立了乔、灌、草相结合的立体林网。两地带沟、渠、路配套, 排灌系统良好, 道路宽度一般为4~8 m, 林木株距大多为4~6 m, 林带通常由3~5行乔木组成。

2 研究方法

林网于1991年建立后, 根据分层线抽样的原理^[6], 选择36条典型林带(带长80 m), 每年测定林木胸径、树高和冠幅等生长指标。其中, 冠幅每行测10株(按不同方向测定)。

3 研究结果

3.1 同一林带不同林木个体的生长

由表1可知, 同一林带无论树高还是胸径, 不同林木个体的标准差均随年龄的增长逐渐增大, 即年龄越大不同个体的变异越大。如I-69杨在栽植时树高标准差为0.373, 而1991年、1992年、1993年和1994年分别为0.384, 0.623, 0.812和0.889, 呈逐渐增大的趋势。胸径的标准差在1991年、1992年、1993年和1994年分别为0.477, 0.894, 1.096和1.033, 也逐渐增大。但是, 随着年龄的增大其变异系数(标准差/平均值)却逐渐减小。I-69杨在栽植时树高的变异系数

表1 林带中不同林木个体的生长变异*

Table 1 Growth variation of different trees in the forest belts

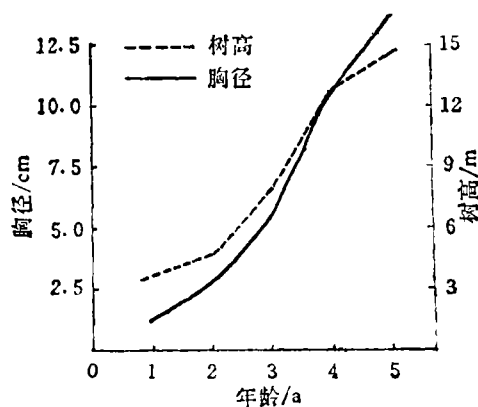
项 目		I-69杨					NL-203杨				
		苗木	1991	1992	1993	1994	苗木	1991	1992	1993	1994
树 高	平 均 高	2.98	3.84	6.62	10.63	12.19	3.21	4.35	6.83	10.81	12.91
	变 幅	2.50~ 3.65	4.30~ 5.50	5.75~ 7.70	9.10~ 12.10	10.10~ 14.00	1.80~ 2.70	3.70~ 4.90	5.85~ 7.50	10.10~ 11.60	11.80~ 14.20
	/m										
	标 准 差	0.373	0.384	0.623	0.812	0.889	0.358	0.389	0.442	0.480	0.633
	变异系数	0.125	0.100	0.110	0.076	0.073	0.111	0.089	0.062	0.044	0.049
胸 径	平均胸径	1.50	3.20	6.29	12.86	16.69	1.60	3.47	6.54	12.08	15.78
	变 幅		3.90~ 5.10	4.75~ 8.35	10.35~ 14.86	14.60~ 18.90		2.20~ 4.60	4.90~ 7.60	10.20~ 13.70	13.40~ 17.60
	/cm										
	标 准 差		0.477	0.894	1.096	1.166		0.646	0.941	1.249	1.337
	变异系数		0.149	0.142	0.085	0.070		0.186	0.144	0.103	0.085
冠 幅	平均冠幅				3.36	4.58				2.32	3.59
	变 幅				2.90~ 3.95	3.90~ 5.05				1.75~ 2.85	3.10~ 3.85
	/m										
	标 准 差				0.336	0.372				0.342	0.374
	变异系数				0.100	0.082				0.147	0.104
单株林积/m ³		0.000 4	0.002 2	0.012 0	0.070 8	0.132 9	0.000 5	0.002 8	0.009 0	0.063 3	0.124 5

*: I-69杨和NL-203杨株距分别为4 m和3 m

为0.125,到1994年减为0.073。胸径的变化趋势也如此。冠幅值1994年比1993年明显提高(I-69杨1993年和1994年平均冠幅为3.36m和4.58m),标准差也增大,但相对差异则减小,变化规律与树高和胸径一致。对NL-203杨生长情况进行分析,也可得到同样结果。因此,在林木生长过程中,同一林带不同林木个体绝对差异逐渐增大,而相对差异逐渐减小。

3.2 材木生长动态

I-69杨树高及胸径的年生长动态见图1。在林带建立初期,林木根系有一个适应和恢复过程,林木生长缓慢。栽植1a后I-69杨树高和胸径分别增加0.86m和1.70cm。以后生长速度加快,栽植第3年林木生长尤为迅速,进入速生期。这一年树高和胸径分别增加4.01m和6.57cm,增幅达60.6%和104.5%。材积生长随着年龄的增大也稳步增长,1991年、1992年、1993年和1994年单株材积分别增加0.0018m³,0.0098m³,0.0588m³和0.0621m³。因此,杨树栽植2~3a后其材积生长正进入速生期。NL-203杨位于农田边缘,在栽植后前两年内生长较快,由于修枝等原因,生长受到一定影响,但生长规律与I-69杨基本一致。



附图 I-69杨树高和胸径生长动态
Fig. Growth dynamics of I-66 in height and breast-height diameter

生物个体和种群的生长一般都符合 Logistic 曲线方程^[2,3], $W = \frac{K}{1 + ae^{bt}}$ 。其中: t 为时间, W 为生物种群在 t 时的数量特征, K , a , b 为特定参数。 K 通常为生物或种群某一数量特征的极限值。本文采用叠代法求 K 。设 W 分别为树高、胸径和材积, 将各指标数据输入计算机, 求出参数即得到方程(表2)。由表2知, 现有农田林网中杨树都很好地符合 Logistic 曲线。方程经检验达到极显著水平。

3.3 不同杨树无性系的生长差异

不同杨树无性系生长速度有的存在显著差异, 有的相似(表3)。在农田林网中, 5年生NL-116杨的树高和胸径分别为12.66m和18.89cm, 而NL-121杨仅为11.40m和13.82cm。经检验^[6], 树高和胸径差异均达显著性水平。同样其冠幅也存在显著差异。因此, 在相同条件下NL-116杨比NL-121杨生长快, 即NL-116杨大于NL-121杨。NL-121杨与W-46杨比较, 前者的树高和材积均显著大于后者($\alpha = 0.05$), 故NL-121杨大于W-46杨。W-46杨与I-69杨的生长量经检验, W-46杨胸径和材积均大于I-69杨。NL-203杨与I-69杨相比, 其生长速度没有差异。I-214杨树高、胸径和材积均明显小于其他树种, 生长最差。综上所述, 可以初步得到如下结论, 在徐淮平原农田林网中, 各种杨树无性系在生长初期生长速度从快到慢依次是: NL-116杨, NL-121杨, W-46杨, NL-203杨, I-69杨和I-214杨。

在基干林带中, NL-105杨和NL-106杨生长速度明显大于林网中的其他树种, 经检验NL-106杨生长优于NL-105杨。

3.4 林木胸径、树高与冠幅的关系

表 2 杨树树高、胸径和材积的logistic曲线参数

Table 2 Logistic curve parameters of several clones of *Populus* on height, breast-height diameter and volume

Logistic曲线	无性系	a	b	K	r	F
$H = \frac{K}{1+ae^{bt}}$	I-69杨	12.111 0	-0.592 0	20.10	0.979 6	71.16***
	NL-203杨	10.411 8	-0.599 3	19.80	0.994 6	248.01***
	NL-116杨	7.823 3	-0.786 4	15.00	0.993 0	140.91***
	W-46杨	9.124 8	-0.589 8	18.90	0.993 1	143.20***
$D_{1.3} = \frac{K}{1+ae^{bt}}$	I-69杨	38.735 2	-0.977 3	21.60	0.996 7	482.63***
	NL-203杨	31.195 3	-0.926 7	20.60	0.998 6	1 036.00***
	NL-116杨	30.217 6	-1.077 8	22.00	0.999 2	1 174.99***
	W-46杨	32.435 1	-1.050 6	20.02	0.999 8	5 925.09***
$V_{\text{单}} = \frac{K}{1+ae^{bt}}$	I-69杨	3 502.032 0	-2.001 2	0.150 3	0.998 7	1 119.74***
	NL-203杨	2 246.935 0	-1.844 4	0.147 0	0.997 5	606.90***
	NL-116杨	1 780.305 0	-1.975 7	0.199 2	1.000 0	20 541.55***
	W-46杨	1 909.019 0	-1.840 8	0.171 9	1.000 0	32 641.33***

注: H , $D_{1.3}$ 和 $V_{\text{单}}$ 分别为树高(m)、胸径(cm)和单株材积(m^3), t 为树龄

表 3 不同杨树无性系的生长比较*

Table 3 Growth characteristics of different clones

林型	无性系	树高 /m	胸径 /cm	冠幅 /m				单株材积 / m^3
				东	西	南	北	
林网	NL-116杨	12.66	18.89	5.36	6.70	6.03		0.141 9
	NL-121杨	11.40	13.82	3.35	3.61	3.48		0.068 4
	W-46杨	10.58	13.50	3.11	3.07	3.09		0.060 6
	NL-203杨	10.65	12.17	2.27	2.93	2.60		0.049 5
	I-69杨	10.80	12.43	2.66	2.89	2.78		0.052 4
	I-214杨	9.44	10.17	2.85	3.10	2.98		0.030 7
基干林带	NL-105杨	15.50	19.35	6.41	6.35	6.38		0.182 3
	NL-106杨	16.80	20.82	6.80	6.52	6.66		0.228 8

注: 各无性系年龄均为 5 a

农田防护林不同于片林,其主要作用是充分发挥防护效能,改善生态环境,保护农作物正常生长。因此,如果株距太大,树冠分离,就不能有效地发挥防护作用。相反,如果株距太小,树冠相互挤压,相互影响,对生长也不利^[1]。所以,针对该地区具体情况设计的林木株距为 4~6 m。

由表 4 可知,胸径生长与冠幅大小有着密切关系。对同一个杨树无性系而言,冠幅越大胸径也越大,经检验^[6]其相关系数均达显著性水平($\alpha=0.05$)。这是由于冠幅大,光合面积大,从而生产出更多的光合产物,促进了胸径生长。树高主要受立地条件的影响,与密度关系不大^[4],故树高与冠幅相关系数较小,经检验它们未达到显著性水平($\alpha=0.05$)。因此,冠幅对树高生长几乎没有影响。

就不同无性系而言,亦有冠幅越大胸径也越大的趋势。设冠幅为 $x(\text{m})$,胸径为 $D_{1.3}$,

表 4 树高、胸径与冠幅的关系

Table 4 Relationship between height, breast-height diameter and crown breadth

无性系	林带方向	株距 /m	胸径 /cm	树高 /m	冠幅 /m			$R_{D_{1.3}, W}$	$R_{H, W}$
					东 西	南 北	平 均		
I-69杨	南 北	4	16.69	12.19	4.83	4.34	4.58	0.663 8 *	0.255 6
NL-203杨	南 北	3	12.86	10.79	2.68	2.62	2.66	0.669 8 *	0.331 8
NL-121杨	南 北	4	13.82	11.4	3.35	3.61	3.48	0.819 0 *	0.010 1
I-69杨	南 北	2	13.64	13.11	3.09	3.04	3.07	0.788 8 *	0.259 7
NL-116杨	东 西	4	18.89	12.66	5.36	6.70	6.03	0.702 8 *	-0.167 7
W-46杨	东 西	4	11.82	11.82	3.73	4.62	4.18	0.724 8 *	0.593 3

(cm)，则有： $D_{1.3}=7.7956+1.8319x$ ， $r=0.9835^{**}$ ， $n=66$ 。说明冠幅与胸径有着密切的关系。设树高为 $H(m)$ ，冠幅为 $x(m)$ ，它们的回归方程为： $H=10.7451+0.3215x$ ， $r=0.4511$ ， $n=66$ ，经检验($\alpha=0.05$)相关系数未达到显著性水平。

从冠幅大小来看，NL-203杨冠幅最小，而且其分枝与其他无性系不同，枝条与主干的夹角较小，呈向上生长趋势。因此 NL-203 杨在农田边生长对农作物影响较小，胁地轻，值得在农田防护林中推广。

在林带郁闭前后，由于相邻树木的相互作用，林带方向上的冠幅一般小于与林带垂直方向上的冠幅。林带郁闭前这种差异较小，但郁闭后就明显地表现出来。如 4 m株距的 I-69杨林带为南北向，4 年生时南北和东西方向上的冠幅分别为3.28m和3.45m，经检验两者无显著差异。经过 1 a 生长，林带郁闭后，南北和东西向冠幅增加到4.34m和4.83m，经检验两者差异显著。NL-116 杨为东西向，4 年生时林带就近郁闭，东西和南北向平均冠幅为3.68 m和4.61m，5 年生时分别增加为5.36m和6.70m，经检验它们都存在显著差异。因此，农田防护林的杨树林带，在株距 4 m时一般于栽植 4 a 后(5 年生)郁闭，立地条件好的林带可提前 1 a 郁闭。若株距较小必然影响冠幅生长。因此，农田防护林带的株距以 4 ~ 6 m为宜。NL-203 杨冠幅小，株距可稍小些。

3.5 树高与胸径的关系

树高与胸径的关系可选用幂函数来模拟，方程为： $H=aD_{1.3}^b$ 其中： H 为树高(m)， $D_{1.3}$ 为胸径(cm)， a 和 b 为待定参数。计算结果见表 5。由表 5 知，几种杨树无性系树高与胸径

表 5 树高与胸径的回归参数

Table 5 Regression parameters of height and breast-height diameter

回归方程	杨 树 无性系	株 距 /m	样 本 数 /株	回 归 参 数				
				a	b	r	T	T 临界值
$H=aD_{1.3}^b$	I-69杨	4	60	1.643 9	0.719 6	0.993 2	64.971 2 ***	3.460
	NL-121杨	4	60	1.822 1	0.689 4	0.994 3	71.023 0 ***	3.460
	NL-203杨	3	41	1.867 3	0.699 6	0.988 2	41.311 0 ***	3.511
	I-69杨	2	58	1.503 1	0.760 1	0.962 2	26.548 7 ***	3.464
	I-69杨	3	60	1.235 2	0.833 6	0.946 4	22.314 7 ***	3.460
	W-46杨	4	60	1.612 4	0.724 6	0.984 9	43.326 0 ***	3.460
	NL-116杨	4	60	1.665 4	0.672 5	0.964 8	27.939 3 ***	3.460
	I-214杨	4	60	2.478 3	0.546 6	0.965 8	28.367 3 ***	3.460

极显著相关($\alpha=0.001$), 在各无性系树高与胸径的方程中, $a>b$, 而片林则是 $a<b$ ^[3]。这实际上反应了片林和林带杨树不同的干形特征。在胸径相同时, 根据片林计算公式求出的树高大于林带的值^[3], 即片林中林木干形通直, 尖削度小, 而林带中的林木尖削度大。

参 考 文 献

- 1 吕士行, 徐锡增, 王明麻, 等. 杨树造林的几个主要技术问题. 见: 南京林业大学杨树课题组. 黑杨派南方型无性系速生丰产技术论文集. 北京: 学术书刊出版社, 1989
- 2 刘继平. 竹笋生长 Logistic 曲线的配合. 竹类研究, 1986, 5(2): 70~73
- 3 曹福亮, 吕士行, 徐锡增, 等. 南方型无性系个体结构规律的研究. 见: 南京林业大学杨树课题组. 黑杨派南方型无性系速生丰产技术论文集. 北京: 学术书刊出版社, 1989
- 4 叶镜中主编. 森林生态学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1990
- 5 唐守正. 多元统计分析方法. 北京: 中国林业出版社, 1986
- 6 赵德海. 分层线抽样在防护林带调查中的应用. 中南林业调查规划, 1991, (2): 14~16

Wan Fuxu (Nanjiang Forestry University, Nanjiang 210037, PRC), Hu Haibo, Zhang Jinchu, Jiang Furong, and Sun Wenkang. **Growth Characteristics of *Populus* Constituting the Agricultural Protection Forest in the Northern Area of the Huaihe River.** *J Zhejiang For Coll*, 1996, 13(3): 280~285

Abstract: (1) With the growth of *Populus* trees, the absolute variations of their height, breast-height diameter and crown breadth of different individuals in the same belt gradually increased whereas the relative variations gradually decreased. (2) After two or three years of planting, the forest entered its rapid-growth period. (3) The growth of the height, breast-height diameter and volume could be fit by the Logistic Curve. (4) The growth speed order (from fast to low) of different clones was: NL-116, NL-121, W-46, NL-203 = I-69, I-214. NL-105 and NL-106 in backbone forest belts had a faster growth speed than those in protection forest network. (5) The crown breadth of NL-203 was less than the others', so it's suitable for NL-203 to be widely planted on the side of farmland. (6) The crown breadth in the direction of forest belts was less than that in its vertical direction. (7) In the forest belts with the same age, crown breadth was closely related with breast-height diameter but not with height. (8) There was a close relationship between height and breast-height diameter. Compared with *populus* trees in a tract of forests, those in the forest belts were obviously tapered.

Key words: *Populus*; agricultural protection forests; growth curves; tree height; breast-height diameters; canopy; Xuzhou