

5
11

衡阳盆地马尾松毛虫 生物防治与化学防治指标研究

衡阳市森林病虫害防治检疫站

祁东县森林病虫害中心测报站

一九九一年十月

衡阳盆地马尾松毛虫 生物防治与化学防治指标研究*

衡阳市森林病虫 祁东县森林病虫
防治检疫站 中心测报站

衡阳盆地处于湘南,属中亚热带季风湿润气候区。马尾松林是平岗低丘区的主要农业生态屏障。据“六五”清查,有松林面积 132 万亩,占有林地面积 17%。马尾松毛虫是衡阳盆地最大的森林虫害,严重威胁我市林业的发展和人民的身体健康。过来一段,由于没有松毛虫防治的技术规程和准确适用的防治指标,虫情测报既不准确,又不及时,致使防治盲目性大、浪费亦大、效果很差。“七五”科技攻关期间,虽有南京林业大学、中国林科院等单位进行了马尾松毛虫防治指标研究,但多局限在松毛虫一年发生两代为主的皖、苏、浙等平原丘陵区,且样本数量不多,在确定经济阈值时,注重危害程度,而忽略同一危害程度的不同年龄的松林的经济损失有所不同的问题;防治指标的确定仅考虑 4 龄幼虫期,也没有考虑到卵期及上一代蛹期,测报不能及时转化为防治生产力。衡阳盆

* 本研究自始至终得到省森保局陈良昌工程师的指导与支持,谨此致谢。

地属松毛虫一年发生 2—3 代的地区,松林有自己的地理生态特点,松毛虫的生物学特性及种群变动也有地域性规律,因此进行衡阳盆地马尾松毛虫防治指标的研究是完全必要的。

从一九八六年起至一九八九年底止,我们对松毛虫个体取食量、不同树龄、不同冠径级的松针蓄积量、各代别不同危害程度对不同树龄的松林材积生长量损失大小进行了测定,并调查了松毛虫的种群增长速率和社会林业经济情况,确定了衡阳市松毛虫危害的经济阈值,制定了适合衡阳盆地的马尾松毛虫 4 龄幼虫期、当代卵期、前一代蛹期的生物防治指标和化学防治指标。现将试验研究报告如下:

一、试验研究方法

1、指导思想与试验地自然概况

本研究以生态经济学原理为指南,运用系统工程、控制理论及数理统计分析方法,探求衡阳盆地松针蓄积量(可食量)及松树的材积与树高、胸径、冠面积之间的内在关系;在测定松毛虫个体取食量的基础上,寻求松毛虫在不同时期对不同树龄造成的不同危害程度对松树材积生长量的影响;在综合考虑松林的社会效益、生态效益的前提下,从投入与产出的比值中,确定我市马尾松毛虫危害的经济阈值,制定出我市松毛虫的生物防治与化学防治指标,为我市松毛虫的综合治理的宏观决策提供理论依据,并为松毛虫危害对森林资源的影响提供理论参数。

衡阳市位于东经 $111^{\circ}32'16''$ — $113^{\circ}16'32''$,北纬 $26^{\circ}07'05''$ — $27^{\circ}28'24''$ 。四周山丘环绕,中部平岗丘陵起伏,海拔多在 200 米以

下,红岩、第四纪松散堆积物及花岗岩占 60%以上,为湖南省最大的红岩盆地。年均气温 17.9℃、降水量 1337 毫米,无霜期 290 天,是马尾松的适生区,也是马尾松毛虫的适生区。据“一五”清查,衡阳市马尾松单位面积立木蓄积量高于全省水平。建国以来,马尾松毛虫也是全省最猖獗的地区之一,祁东县位于衡阳盆地的西部,平岗低丘区是松毛虫的猖獗危害区。从一九五一年至一九八九年,松毛虫的发生从未间断,年少则 5、6 万亩,年多则 10 多万亩。松毛虫防治指标的研究就在祁东县的平岗低丘区松林进行。

2、松毛虫取食量的测定:在室内采用玻璃试管饲养幼虫,每管放入当天孵化幼虫 10 条,3 龄后单管饲养,连续 2 年饲养 6 代;每天定时更换新叶,记载幼虫的日取食量及残害量和龄期,计算出松毛虫的日危害量。

林间采用随机抽取样枝 50 枝,求出每枝松针的可食针叶长度,用套笼套住松枝,每笼饲养刚脱皮的 3 龄幼虫 1 条,等结茧化蛹后测定每枝剩下可食松针长度,即得野外饲养每条幼虫的危害量。

3、松针蓄积量的测定:在有代表性的林分中,分别按 5、10、15、20 年生四个龄组,选择标准株 485 株,全部进行伐倒,实测每株的胸径、树高、枝下高、枝盘数及冠幅。先将每盘枝上的针叶全部摘除称重,并从每盘枝中随机抽取 3 个 100 束针叶称重,除去叶鞘部分即为每 100 束针叶平均可食量的重量,再从中抽取 3 个 10 束,量其长度,得出每束针叶平均可食长度,然后推算出每盘枝及全株的针叶可食量的长度和重量。

4、人工模拟危害:按 5 年生、10 年生、15 年生、20 年生、25 年生 5 个龄组,越冬代、第一代、第二代三个危害期;模拟危害程度 0%(对照)、30%、50%、70%、100%,在有代表性的林分中选设 30 块标准地,在标准地中用对角线抽取样株,即每种处理 5 株(其中 15 年生龄组为 10 株),共计样株 900 株,统计分析时只用 750 株。在模拟失叶前,实测样株树高、胸径值。分别于头年的松毛虫危害盛期(9、4、7 月)按不同龄组、不同危害程度人工去叶,其后于每年底连续进行三年样株树高及胸径值的测量。

5、材积损失率的测定:为了计算松毛虫危害后的材积生长量损失率,在进行不同程度人工模拟去叶的同时,选定有代表性的 15 年生未经模拟去叶的样树 36 株(因盗砍 4 株、实存 32 株),在定株时及连续三年的年末进行树高、胸径、枝盘数的测量,并于第三年末伐倒作解析木,进行材积与树高、胸径的相关分析,用全微分法求出连年生长量,然后根据各种不同处理后的树高、胸径生长量及材积连年生长量与对照进行比较,即可求出材积损失率。

二、结果与分析

1、单株松针蓄积量(可食量):

通过对 485 株样树的测定(详见表 1:祁东县马尾松松针蓄积量调查汇总表),经整理可得出不同树龄的单株松针蓄积量(可食量)(详见表 2)

表 1

祁东县马尾松松针蓄积量调查汇总表

调查地点	调查时间	调查株数	树龄	树高(m)	胸径(cm)	冠幅(m)	顶梢		第一盘枝		第二盘枝		第三盘枝		第四盘枝		第五盘枝		第六盘枝		第七盘枝		全株	
							叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)	叶重(g)	叶长(cm)
城关西垵	87.11	25	5	1.18		0.68×5.53	49	13912	80	24076	117	35810	64	18843	24	8596							334	101237
城关西垵	87.11	25	5	2.25	2.3	1.19×1.03	96	21809	224	59813	46	132264	463	145417	245	77632							1473	436036
城关跃进	87.6	25	5	1.03		0.75×0.61	20	5495	34	9960	72	21582	81	25795	37	11509							242	74341
城关跃进	87.6	25	5	2.05	2.3	1.09×0.82	58	13228	120	30471	232	69178	267	78228	104	32067							782	223172
城关西垵	88.6	20	5	1.64	1.6	0.72×0.70	52	14368	83	27034	150	53803	125	43511	39	13527							449	152243
虎形山	87.10	25	10	1.85	1.2	0.98×0.71	34	10247	55	16757	104	34024	173	55520	78	25213	16	4958					459	146721
城关西南	87.11	25	10	4.04	4.8	1.73×1.59	96	20771	200	46275	484	121651	763	207286	927	250190	461	135297	169	42940	6	2325	3086	826735
城关跃进	87.6	25	10	2.22	1.8	1.11×0.91	30	7680	41	12104	83	25177	110	35114	104	33850	65	21781	28	10269			462	145975
园艺场	87.6	25	10	3.92	5.8	1.97×1.63	70	13641	165	36584	382	109324	660	170597	748	201810	432	121478	370	97501			2827	750941
七姓村	88.5	15	10	1.98	1.5	0.89×0.64	39	12424	68	22907	88	28544	88	31104	20	6557	1	288					304	101824
老丘山	88.5	10	10	2.95	3.6	1.14×0.89	73	17138	120	29809	418	103111	214	61522									825	211580
园艺场	87.12	25	15	4.08	4.6	1.65×1.48	26	6185	68	17171	135	35161	246	66313	374	98401	424	122563	161	45337	14	3987	1448	395119
过水坪	88.5	25	15	5.18	9.7	2.40×2.50	95	17808	214	44020	481	110182	730	171943	916	224115	640	157441	412	964749	1622	369243	4989	1191233
红旗水库	87.6	25	15	3.80	4.6	1.60×1.37	26	6224	46	12637	92	27400	164	50875	220	66996	289	91197	189	60041	40	12840	1066	328210
过水坪	88.7	10	15	5.76	11.4	2.93×2.83	115	22031	244	55864	590	148099	1556	455376	1358	398990	757	252278					4620	1332638
贯门前	87.12	25	15	6.06	10.4	2.67×2.59	459	98984	1016	242340	1318	315368	1672	43744	1561	416544	707	189168	112	31405			6844	1731250
红旗水库	88.9	10	15	3.90	3.7	1.60×1.35	44	12551	106	33058	182	60183	293	96864	300	103679	312	109124	197	73510	50	16866	1483	505845
过水坪	87.5	25	20	6.72	8.7	1.75×1.86	52	12427	112	29340	209	57259	306	84580	370	98811	466	142943	642	187960	354	106058	2517	719378
桑树村	87.5	25	20	9.30	13.1	2.70×2.98	117	20674	336	67684	863	181201	1318	278498	1609	343926	1759	409923	939	230014	412	95681	7351	1627603
桑树村	88.7	10	20	9.87	12.4	3.25×3.22	80	17836	229	58568	514	140890	824	218227	927	259183	992	257190	1539	444390	281	75007	5388	1471291
桑树村	88.7	10	20	6.32	7.3	2.02×1.73	50	14564	103	29708	231	67836	332	94531	385	119725	403	137463	251	80408	256	80733	2011	625040
桑树村	87.9	25	20	6.92	8.1	2.63×1.90	85	20711	165	42273	323	81245	369	99175	368	100500	472	126008	504	141732	454	127812	2740	739455
满岭	87.10	25	20	8.57	12.5	3.20×2.70	218	43945	492	106772	970	212147	1727	408871	1920	435677	2491	603075	2467	628971	133	37868	10418	2477326

表 2: 松针可食量

树龄(年)	调查株数	单株平均松针可食量	
		重量(g)	长度(cm)
5	120	664	199287
10	125	1469	403220
15	120	3498	912812
20	120	5414	1333811

从表一中可以看出:松针可食量随树龄的增大而增大,尤与树的胸径及冠面积的增加而增大明显。把调查样树按 1 厘米为一个径级进行归类,我们进行了针叶总长及总重与冠径级指数的相关分析:

$$\text{冠径级指数} = \text{冠面积}(S) \times \text{胸径}(D) / \bar{x}$$

$$\text{可食量指数} = W_i / \bar{W} \text{ 或 } L_i / \bar{L}$$

$$(\text{注: } \bar{X} = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^n S_i D_i)$$

$$\bar{W} = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^n W_i, W \text{—叶重}$$

$$\bar{L} = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^n L_i, L \text{—叶长}$$

即得出松针蓄积量(可食量)指数表

表 3: 松针可食量指数表

胸径	冠幅	冠面积	针叶重	针叶长	叶重指数	叶长指数	冠径级指数
(D)		(S)	(W)	(L)			
cm	cm	cm ²	g	cm	W/4610	L/1125193	D · S/554311
0	67	4332	256	80601	0.0555	0.0716	0
1	83	6825	399	130159	0.0866	0.1157	0.0123
2	90	7900	602	188207	0.1306	0.1673	0.0285
3	118	13716	1170	342634	0.2538	0.3045	0.0742
4	135	18144	1599	445391	0.3469	0.3958	0.1309
5	161	25650	1774	513546	0.3848	0.4564	0.2314
6	179	31872	2713	713120	0.5885	0.6338	0.3450
7	204	41292	2694	732389	0.5844	0.6509	0.5214
8	209	43560	2909	783690	0.6310	0.6965	0.6287
9	209	43512	3618	987496	0.7848	0.8776	0.7065
10	249	62000	4909	1229703	1.0649	1.0929	1.1185
11	271	73114	6466	1580858	1.4026	1.4050	1.4509
12	278	76406	6993	1787928	1.5169	1.5890	1.6541
13	300	90000	7838	1802811	1.7002	1.6022	2.1107
14	310	95778	8400	2023497	1.8221	1.7984	2.4190
15	302	90900	11690	2359931	2.5358	2.0974	2.4598
16	330	107675	14339	3426323	3.1104	3.0451	3.1080
$\sum x$			78369	19128284			
$\bar{x}$			4610	1125193			

利用下式计算

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n S_x S_y}$$

$$S_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n}$$

$$S_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 / n}$$

$$F = \frac{(n-2) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$$= \frac{(n-2)b^2 S_x^2}{S_y^2 - b^2 S_x^2}$$

经分析计算可食量指数与冠经级指数的相关方程为：

$$W = [0.134664643 + 0.865328682 \times (D.S/554311)] \times 4610 \quad R_{w}^{**} = 0.9823$$

$$L_1 = [0.207932624 + 0.792077917 \times (D.S/554311)] \times 1125193 \quad R_{L_1}^{**} = 0.9804$$

$$L_2 = [(0.088985658 + 0.911030942 \times W/4610)] \times 1125193 \quad R_{L_2}^{**} = 0.9933$$

表 4

松针可食量重与冠幅、胸径相关表

单位:g、cm

胸 径	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
80	667	713	759	805	851	897	943	989	1035								
90	679	737	796	854	912	971	1029	1087	1145	1204							
100	693	765	837	909	981	1053	1125	1197	1268	1340	1412						
110	708	795	882	969	1056	1143	1230	1317	1405	1492	1579	1666					
120	724	828	932	1035	1139	1243	1346	1450	1553	1657	1761	1864	1968				
130	742	864	986	1107	1229	1351	1472	1594	1715	1837	1959	2080	2202	2324			
140	762	903	1044	1185	1326	1467	1608	1749	1890	2031	2172	2313	2455	2596	2737		
150	783	945	1107	1268	1430	1592	1754	1916	2078	2240	2402	2564	2726	2888	3050	3212	
160	805	989	1174	1358	1542	1726	1910	2095	2279	2463	2647	2832	3016	3200	3384	3569	3753
170	829	1037	1245	1453	1661	1869	2077	2285	2493	2701	2909	3117	3325	3533	3741	3949	4157
180	854	1087	1320	1553	1787	2020	2253	2486	2719	2953	3186	3419	3652	3885	4118	4352	4585
190	881	1140	1400	1660	1920	2180	2439	2699	2959	3219	3479	3738	3998	4258	4518	4778	5037
200	909	1197	1484	1772	2060	2348	2636	2924	3212	3499	3787	4075	4363	4651	4939	5227	5515
210	938	1256	1573	1890	2208	2525	2842	3160	3477	3795	4112	4429	4747	5064	5381	5699	6016
220	969	1317	1666	2014	2362	2711	3059	3407	3756	4104	4452	4801	5149	5497	5846	6194	6542
230		1382	1763	2144	2524	2905	3286	3666	4047	4428	4809	5186	5570	5951	6331	6712	7093
240			1864	2279	2693	3108	3522	3937	4352	4766	5181	5595	6010	6424	6839	7253	7668
250				2420	2870	3320	3769	4219	4669	5119	5568	6018	6468	6918	7368	7817	8267
260					3053	3540	4026	4513	4999	5486	5972	6459	6945	7432	7918	8405	8891
270						3769	4293	4818	5343	5867	6392	6916	7441	7966	8490	9015	9540
280							4570	5135	5699	6263	6827	7391	7956	8520	9084	9648	10212
290								5463	6068	6673	7278	7884	8489	9094	9699	10305	10910
300									6202	6763	7745	8393	9041	9689	10336	10984	11632

松针可食长与冠幅、胸径相关表

单位:cm

附表 5

叶长 冠幅	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
80	244254	254545	264835	275125	285415	295705	305995	316285	326576								
90	246988	260011	273035	286053	299082	312105	325129	338152	351175	364199							
100	250043	266121	282199	29827	314356	330434	346513	362591	378669	394748	410826						
110	253419	272874	292329	311784	331238	350693	370148	389603	409058	428512	447967	467422					
120	257117	280270	303423	32657	349728	372881	396034	419187	442340	465493	488645	511798	534951				
130	261137	288309	315482	342654	369826	396999	424171	451344	478516	505688	532861	560033	587206	614378			
140	265478	296991	328505	360019	391532	423046	454559	486073	517586	557527	580614	612127	643641	675154	706668		
150	270141	306317	342493	378669	414846	451022	487198	523375	559551	595727	631903	668080	704265	740432	776609	812785	
160	275125	316285	357446	398607	439767	480928	522688	563249	604409	645570	686731	727891	769052	810212	851373	892533	933649
170	280431	326897	373364	419830	466296	512763	559229	605696	652162	698629	745095	791561	838029	884494	930961	977427	1023834
180	286058	338152	390246	442340	494434	546527	598621	650715	702809	754903	806997	859091	911184	963278	1015372	1067466	1119560
190	292007	330650	408093	466130	524179	582221	640264	698307	756350	814393	872436	930478	988521	1046564	1104607	1162650	1220693
200	298278	362591	426905	491218	555531	619845	684158	748471	812785	877098	941412	1005725	1070038	1134352	1198665	1262979	1327292
210	304870	375775	446681	517586	588492	659397	730303	801208	872114	943019	1013925	1084831	1155736	1226642	1297547	1368453	1439358
220	311784	389603	467422	545241	623060	700880	778699	856518	934331	1012165	1089976	1167795	1245614	1323433	1401252	1479072	1556891
230		404073	489128	574182	659237	744291	829346	914400	999454	1084509	1169563	1254618	1339672	1424727	1509781	1594836	1679890
240			511798	604409	697021	789632	882244	974855	1067466	1160077	1252688	1345300	1437911	1530522	1623134	1715745	1808356
250				635923	736413	836902	937392	1037882	1138371	1238861	1339351	1439840	1540330	1640820	1741309	1841799	1942789
260					777413	886102	994792	1103481	1212171	1320861	1429550	1538240	1646930	1755619	1864309	1972998	2081688
270						937231	1054443	1171654	1288865	1406076	1523287	1640498	1757709	1874921	1992132	2109343	2226554
280							1116344	1242398	1368453	1494507	1620561	1746615	1872670	1998724	2124778	2250832	2376887
290								1315716	1450935	1586153	1721372	1856591	1991810	2127029	2262298	2397467	2532686
300									1536311	1681016	1825721	1970426	2115131	2259836	2904541	2549246	2693952

回归方程相关极显著。为便于实际调查时,根据冠幅及胸径可以大致了解松针的可食量,根据上面回归方程编制了松针重及长与冠幅、胸径相关表(即表 4、表 5)

丘陵地区群众往往有剥松枝作柴烧的习惯,修枝的强度大小直接影响松针可食量的多少,调查的数据表明:每减少一盘枝约减少松针可食量的 20%(详见表 6)

表 6: 不同修枝程度对松针可食量的影响 单位:g、cm

树龄 项目 枝盘数	5 年				10 年				15 年				20 年			
	统计株数	平均蓄积量			统计株数	平均蓄积量			统计株数	平均蓄积量			统计株数	平均蓄积量		
		重量	长度	%		重量	长度	%		重量	长度	%		重量	长度	%
3	25	1012	285125	70												
4	25	1393	404746	100	20	2132	489608	60								
5					20	2686	655196	80								
6					20	3337	822464	100	8	2979	641165	66	3	3589	821275	58
7									8	3734	806602	83	3	4320	1142263	80
8									8	4403	971659	100	3	5349	1419785	100

2、幼虫取食危害量

从 1986 年 5 月起至 1988 年 7 月止,经室内 2 年 6 代的饲养,共饲养 600 头,最后到结茧化蛹能分出雌雄蛾子的为 327 头。327 头的饲养结果见表 7;

表 7: 室内饲养幼虫取食量汇总表

白地市苗圃 1986—1988

代 别	头 数	平均取食量		食量区间 长(cm)
		重(g)	长(cm)	
第一代	141	13.53	3560	3560±140
第二代	42	14.38	3785	3785±390
越冬代	144	14.05	3698	3698±152
加权平均	327	13.87	3650	3650±177

经 t 检验得 $t_{1.2}=0.95$ $t_{1.3}=1.64$ $t_{2.3}=0.11$ (注:1—第一代、2—第二代、3—越冬代,下同。)均小于 $t_{0.05}=1.96$ 值,说明各代幼虫间的取食量无显著差异。幼虫平均取食松针鲜重 13.87 克,长 3650 厘米。

野外饲养 2 年 6 代,初始幼虫 300 头,到结茧羽化时存 49 头,将其取食量与室内取食量比较,列成表 8:

表 8 幼虫室内外取食量比较表

世 代	场 地	饲 养 数	平均取食 针 叶 (cm)	S	T	$t_{0.05}$
第一 代	室内	141	3560	862	1.35	1.96
	野外	16	3087	1403		
第二 代	室内	42	3785	1298	1.26	1.96
	野外	16	3307	1100		
越冬 代	室内	144	3698	940	1.12	1.96
	野外	17	3408	1191		

经 t 检验, $t_3=1.12 < t_2=1.26 < t_1=1.35 < t_{0.05}=1.96$, 可见

室内与野外幼虫取食量无显著差异。

雌幼虫的取食量明显大于雄幼虫的取食量(详见表 9), 平均每头雌幼虫比雄虫多取食针叶重 5.54 克、长 1459 厘米, 分别多 48.38% 与 48.43%。

表 9 雌雄幼虫取食量对照表

项 性 目 别	世 代	饲 养 数	平均取食量	
			叶重 (g)	叶长 (cm)
雄 虫	第一代	78	11.45	3014
	第二代	27	11.83	3112
	越冬代	79	11.31	2975
	合计	184	11.45	3012
雌 虫	第一代	63	16.10	4236
	第二代	15	18.98	4995
	越冬代	65	17.39	4577
	合计	143	16.99	4471
总 计		327	13.87	3650

幼虫的取食量随龄级的增大而增大, 6 龄(含少数 7 龄)幼虫取食量占整个幼虫期取食量的 80.25%(见表 10), 若平时不过问, 延误防治时机, 末龄期幼虫几天就可以将松针食光似火烧状。施放白僵菌, 有时地上虫尸一片白, 松树上松针一扫光, 也与末龄期暴食有关。

表 10 马尾松毛虫各龄期取食量

单位:cm

虫 龄	1	2	3	4	5	6	合计
取食量	17.89	27.74	70.81	148.19	456.23	2929.1	3650
%	0.49	0.76	1.94	4.06	12.50	80.25	100

3、不同危害程度对材积生长量的影响

人工模拟松毛虫的危害后,对松树高生长量、胸径生长量的测定结果见表 11、表 12。

通过对人工模拟危害的树高及胸径生长量的多因子方差分析及多重比较,危害 30%时,树高及胸径生长量与对照无显著差异,50%与 70%的危害之间其胸径生长量也无显著差异。自然危害调查结果与人工模拟危害结果相吻合(见表 13,表 14,详见附表 1—10)

表 13 多因子方差分析 F 值

因 子 \ F	人工模拟		F _{0.01}	自然危害		F _{0.01}
	树高	胸径		树高	胸径	
不同危害程度(A)	23.80**	32.81**	3.32	143.87**	228.10**	6.69
不同树龄(B)	78.65**	65.03**	3.32	159.90**	62.09**	6.69
危害后对不同年分影响(C)	726.97**	521.58**	4.61	48.28**	488.39**	3.82
不同危害时间(D)	6.29**	8.71**	4.61			
不同立地条件(E)	14.06**	3.34	6.63			

32 株解析木(见表 15)整理结果见表 16。进行材积与胸径、树

人工模拟危害树高生长量测量汇总表

单位:m

表 11

代 数 树 龄 调查时 间 危 害 程 度			越 冬 代										第 一 代										第 二 代									
			5 年		10 年		15 年		20 年		25 年		5 年		10 年		15 年		20 年		25 年		5 年		10 年		15 年		20 年		25 年	
			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
			I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
对 照	86 年	0.4400.	2760.	2020.	2280.	2320.	2480.	2560.	2380.	0920.	2500.	0500.	0740.	7800.	0320.	0480.	2260.	1320.	0020.	3000.	2600.	0300.	0660.	0520.	0340.	0960.	0900.	0580.	1220.	1860.	122	
	87 年	0.4500.	3040.	2380.	1440.	3960.	5100.	4720.	4220.	2320.	1580.	8240.	8580.	5240.	3000.	5020.	6240.	4140.	2800.	3140.	2180.	9340.	7400.	4260.	7620.	3920.	5760.	6780.	3100.	280		
	88 年	0.4800.	4920.	4300.	2900.	7820.	7340.	5580.	7000.	4140.	3640.	9620.	6440.	7680.	5940.	5980.	6260.	6820.	3380.	5320.	5420.	8941.	0220.	7460.	7401.	0300.	8360.	6920.	7620.	3000.	416	
30%	86 年	0.5520.	2480.	2120.	2400.	1860.	1260.	1320.	1740.	2100.	1200.	0720.	1160.	0740.	0720.	1700.	0680.	0660.	0980.	0540.	2060.	0500.	0980.	0340.	0720.	0920.	1600.	0860.	1020.	0640.	130	
	87 年	0.4020.	3600.	2840.	1680.	2280.	3700.	3160.	3200.	1660.	2020.	6280.	7540.	3820.	4060.	5060.	3560.	4240.	4600.	2620.	1760.	5520.	5800.	3980.	4200.	5740.	5260.	6100.	5780.	3980.	306	
	88 年	0.6540.	6300.	4580.	2180.	7200.	6860.	3960.	3900.	3040.	5320.	9940.	7260.	7120.	7520.	4600.	5600.	4600.	7000.	2140.	5620.	9941.	0280.	7700.	6781.	0500.	7860.	9960.	6600.	4440.	466	
50%	86 年	0.5200.	2100.	1740.	1520.	2940.	2440.	1840.	1960.	2000.	1880.	1000.	0980.	0840.	0500.	0120.	0160.	0340.	1740.	2040.	0920.	0380.	0520.	0620.	0800.	1140.	0780.	0420.	0060.	1600.	086	
	87 年	0.4800.	4460.	0940.	1060.	4660.	5720.	4380.	2400.	3080.	2220.	6880.	8260.	4400.	3840.	4680.	2320.	7300.	4180.	5080.	4360.	4780.	5020.	2340.	4720.	5240.	3980.	5320.	6920.	3520.	308	
	88 年	0.7400.	5100.	4500.	3200.	5500.	8820.	6420.	3840.	3500.	5261.	1260.	6860.	6600.	5400.	5380.	4060.	3180.	6580.	6460.	5060.	7980.	9080.	5140.	6420.	8900.	4740.	5440.	5980.	5900.	370	
70%	86 年	0.4700.	2180.	2420.	2400.	2020.	3760.	2320.	2400.	0440.	1220.	0940.	0480.	0680.	0860.	1260.	0460.	0640.	0800.	1420.	0720.	0400.	0320.	0740.	0380.	1260.	0940.	1000.	0920.	0500.	136	
	87 年	0.4600.	2500.	1300.	1120.	4200.	5040.	3280.	2580.	0960.	1980.	6180.	6980.	3620.	3980.	7060.	3680.	3800.	3320.	3880.	1420.	6400.	6280.	3500.	3960.	3760.	4680.	4880.	4180.	2500.	322	
	88 年	0.7000.	5240.	2480.	1861.	2460.	7200.	6900.	4760.	2020.	4021.	0480.	9880.	3420.	3040.	7060.	4780.	3640.	6140.	4480.	1860.	8361.	0340.	6520.	5480.	6700.	6540.	6480.	5600.	5040.	280	
100%	86 年	0.4600.	2540.	1280.	1760.	1480.	2160.	1560.	1180.	1300.	2240.	0360.	0560.	0900.	0020.	0920.	0000.	0020.	0060.	1640.	1940.	0260.	0180.	0400.	0340.	0940.	0840.	0360.	1120.	0600.	032	
	87 年	0.4000.	3040.	2460.	0820.	2400.	2680.	1460.	3230.	2200.	1660.	6460.	4520.	2220.	2360.	2440.	2300.	2080.	2560.	1740.	1920.	2000.	3460.	1800.	1420.	3340.	3320.	1980.	1280.	1520.	120	
	88 年	0.7200.	4540.	4140.	4680.	6380.	5820.	5480.	3500.	6200.	2321.	0821.	3600.	7780.	4100.	4820.	2040.	1760.	4000.	2000.	1560.	7020.	7520.	2540.	4200.	7940.	6360.	4060.	3860.	2860.	058	

注:表中的数值为 5 株的平均数。