

杉木种子园含硼量测定和施硼试验*

王赵民 王嫩良 吴隆高 张建忠 陈奕良

摘要 据对浙江杉木一代种子园的土壤、植株针叶和球果抽样测定表明,土壤中水溶性硼含量只有 0.13~0.24 ppm,大大低于 0.5 ppm 的临界浓度。针叶和球果中有效硼含量也分别只有 8.9~22.7 ppm 和 4.1~16.1 ppm,也低于正常含量。经四年施硼试验研究结果表明,进入正常结实期的杉木种子园施入一定量的硼肥,其单株和单位面积的球果产量分别比对照平均增产 35.08% 和 48.42%,出籽率提高 9.40%,发芽率提高 14.99%,千粒重增加 6.54%。施肥时间以 4 月中旬和 6 月中旬以前为佳,每株施 60 g 硼砂较为适宜。试验结果还表明,硼肥和复合肥配比混施增产效果更加明显,单株和单位面积球果产量分别比单施复合肥和硼肥增产 22.55% 和 15.71% 以上,种子品质也有显著提高。

关键词 杉木种子园、有效硼含量、施硼试验、球果产量、种子品质

硼是植物全部生长过程中不可缺少的微量元素之一,对于植物的代谢作用,尤其是早期生长阶段和生殖器官发育阶段有很大影响。早在半个世纪以前,硼对农作物等的良好作用已被肯定。1961 年我国刘铮等学者在浙江省黄岩柑桔园进行喷施硼砂试验,证明可以提高柑桔的座果率^[1]。1976 年吴兆明等报道^[2],棉花缺硼不能形成棉桃,小麦缺硼穗小,空瘪无籽粒,油菜则“花而不实”。1990 年王姝清等报道^[3],喷施硼肥可以降低板栗的空苞率。1992 年陈云霞等认为,苹果喷施硼肥后,可大幅度提高产量^[4]。

到目前为止,全国已建成杉木(*Cunninghamia lanceolata* Lamb(Hook))种子园 3 500 多 hm^2 ,为我国林业建设提供了一大批优质种子,但还远远不能满足生产用种的需要。近年来为了提高杉木种子园的种子产量和品质已有不少研究和文献报道^[5~8]。而有关林木种子园土壤中硼的供应与硼肥的施用方法和效果的研究,迄今未见有确切的报道。本文对浙江省几个有代表性的杉木种子园林地土壤的有效硼含量进行测试分析,并研究硼肥对杉木的结实效应,意在总结出亚热带北部地区杉木种子园管理中硼肥施用的效果和方法,为建设“一优两高”杉木种子园提供理论依据和技术措施。

1 材料和方法

1.1 参试种子园立地和土壤类型

试验分别在浙江省淳安县姥山林场、龙泉市林科所、余杭市长乐林场和庆元县庆元林场 4

1995-04-15 收稿。

王赵民副研究员(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);王嫩良(浙江省淳安县姥山林场);吴隆高(浙江省龙泉市林科所);张建忠(浙江省余杭市长乐林场);陈奕良(浙江省庆元县庆元林场)。

* 本文为“八五”国家科技攻关项目“杉木多世代遗传改良和工业用材优良无性系选育”和浙江省“八五”重点项目“杉木种子园营建和种子丰产技术研究”课题的部分研究内容。曹建实、董耀卿、倪荣新、谢正成、丰炳财、邵阳、邵永忠同志参加了部份试验工作。土壤和植物养分测定由中国林业科学研究院亚林所裴致达高级工程师和浙江省农科院陈瑶佩高级工程师完成,一并致谢!

个杉木一代和改良代种子园中进行。试验地的地理位置为 $119^{\circ}01' \sim 119^{\circ}58' E, 27^{\circ}37' \sim 30^{\circ}15' N$, 海拔高度为 100~350 m, 气候温和湿润, 属中亚热带东北部季风气候区, 年平均气温在 $15.1 \sim 17.7^{\circ} C$, $\geq 10^{\circ} C$ 的年活动积温 $5\ 197.9 \sim 5\ 400.1^{\circ} C$, 年无霜期 256~269 d。年日照时数 $1\ 782 \sim 2\ 038$ h, 年降水量 $1\ 479.9 \sim 1\ 628$ mm, 年蒸发量 $1\ 381.5 \sim 1\ 503$ mm, 相对湿度为 75%~82%。参试种子园土壤一般为砂岩和砾岩形成的紫红壤, 板页岩和片麻岩发育而成的黄红壤和红壤^[6,9], 土壤肥力偏低(见表 1)。

表 1 试验地土壤基本肥力

种子园	有机质 (%)	pH	全 N (%)	水解 N (ppm)	P ₂ O ₅ (%)	速 P (ppm)	速 K (ppm)	热水溶性 B (ppm)
庆元	1.87	4.76	0.080	113.49	0.047	8.00	54.26	0.14
龙泉	1.26	4.60	0.070	42.70	0.060	3.60	40.38	0.22
长乐	1.88	4.84	0.112	102.30	0.070	3.62	44.06	0.24
姥山	1.67	4.89	0.099	75.81	0.049	4.75	47.50	0.13

1.2 试验设计

试验设计分无性系单株和种子园小区为试验单位进行施硼对比试验。其中无性系单株试验是取浙江、湖南和福建 3 个产地共 20 个无性系, 每个无性系 2~3 株正常结实植株为试验株。小区试验主要是选取立地条件相似、坡向相同和无性系组成基本一致, 近几年球果产量比较相近的小区进行施硼比较试验。1991~1994 年每年分别在 4 月、6 月和 8 月中旬三个时间, 每株分别施 40 g、60 g 和 80 g 硼砂($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 含硼量为 11.3%)。另外还进行了施硼砂+N、P、K 复合肥, N、P、K 复合肥单施和硼砂单施比较试验, 每处理 2 个小区。施肥方法是在树冠投影处开 20~30 cm 深的环形沟, 均匀施入硼砂即覆土。每年年底分别无性系单株及小区记载球果产量, 并进行种子品质检验。

1.3 测定方法

于 9 月上旬按上、中、下三个坡位, 在杉木种子园母株树冠投影下 30 cm 土层深处采集土样, 除去杂质风干, 充分混合过筛。针叶和球果样品同时在几个坡位多个无性系树冠上部新生枝条上采集, 充分混合后置于 $105^{\circ} C$ 烘箱中杀青 15 min, 后在 $70^{\circ} C$ 下恒温烘干, 研细过筛, 置于干燥器中备用。

土壤有效硼的测定方法采用热水浸提法, 即按 1:2 土水比例, 在回流装置下煮沸 5 min, 冷却后以离心机分离出清液, 加姜黄素在 $55^{\circ} C$ 水浴中蒸发至干 15 min, 加乙醇溶解比色测定; 植物样品测定首先将样品灰化, 用稀盐酸溶解定容, 提取清液后同土壤样品测定。

2 结果与分析

2.1 杉木种子园土壤和母株有效硼含量

土壤中的硼可分为水溶性硼、酸溶性硼和难溶性硼, 土壤中的水溶性硼的含量和植物的反应之间具有较好的相关性, 已被广泛地作为土壤有效硼的指标。研究分析浙江省几个代表性的杉木种子园土壤和植物含硼量的结果(见表 2)表明, 浙江中低山地一般土壤有效硼含量只有 $0.13 \sim 0.24$ ppm, 大大低于土壤有效硼含量 0.5 ppm 的临界浓度^[10,11], 针叶和球果的有效硼含量分别为 $8.9 \sim 22.7$ ppm 和 $4.1 \sim 16.1$ ppm, 也低于一般正常含量范围^[11]。表明这些种子

园土壤含硼量尚不能满足杉木正常生长和开花结实的需要。究其供硼不足的原因可能有以下几个方面:一是该地区土壤多为由砂岩和砾岩发育而成的紫红壤,板页岩和片麻岩发育而成的黄红壤和红壤,这是成土母质形成的原发性缺硼;二是在杉木种子园规划设计中要求种子园一律整地成水平梯带,把含硼量稍高的表土层移走,可能会造成土壤诱发性缺硼;加上该地区雨量较多,抚育管理不当又会加剧水土流失,因此人为影响也是一个重要原因之一。

经施入硼肥后,种子园土壤和植株有效硼含量均有明显提高(见表2),综合几个种子园情况,施硼后当年土壤硼含量提高约5倍,针叶3.40倍,球果3.09倍,说明硼是易被植物吸收和利用的元素。

2.2 硼肥对杉木球果产量和种子品质的影响

试验表明,在缺硼的杉木种子园中,适时施入一定量的硼肥,其增产效果十分明显。施硼肥后3个产地20个无性系的球果单果重比对照平均增长了5.86%(见表3),小区试验的结果(见表4)也表明,施硼肥后单株球果产量和单位面积球果产量分别比对照平均增长了35.08%和48.42%,*t*检验结果达到显著差异。姥山种子园施硼试验后单位面积球果平均产量比试验

表2 施硼肥后杉木植株和土壤硼含量

(单位:ppm)

种子园	施硼后			未施硼		
	土壤	针叶	球果	土壤	针叶	球果
庆元	0.49	46.3	37.8	0.14	8.9	4.1
龙泉	9.60 ^①	67.9	29.8	0.22	13.3	7.0
长乐	2.37	52.7	33.7	0.24	22.7	16.1
姥山	0.37	34.2	21.2	0.13	14.3	12.2

注:施入硼肥后的当年9月采样测定;①可能是采样不当引起数字偏高。

表3 杉木无性系硼肥的施用效果

无性系来源	无性系数	单果重(g)			出籽率(%)			发芽率(%)			千粒重(g)		
		施硼	CK	比CK增(%)	施硼	CK	比CK增(%)	施硼	CK	比CK增(%)	施硼	CK	比CK增(%)
湖南	7	9.38	8.99	4.34	3.09	2.61	18.39	51.36	47.14	8.95	6.39	6.36	0.47
浙江	8	10.33	9.33	10.72	3.92	3.67	6.81	67.64	53.49	26.45	7.72	7.40	4.32
福建	5	10.12	9.86	2.63	3.26	2.60	25.38	55.29	45.60	21.25	6.77	6.49	4.31
平均		9.94	9.39	5.86	3.42	2.96	16.86	58.09	48.74	19.18	6.96	6.75	3.11

注:1991~1992年6月和8月中旬施肥,每株施硼砂60g。表中系2a结果的平均值。

表4 不同杉木种子园各小区施用硼肥的增产效果

种子园	处理	小区数	树龄(a)	球果产量				出籽率		发芽率		千粒重		
				试验前		试验后		比CK增(%)	比CK增(%)	比CK增(%)	比CK增(%)	比CK增(%)	比CK增(%)	
				小区(kg/hm ²)	比CK增(%)	单株(kg/株)	比CK增(%)							
姥山	施硼砂60g	4	13	1692.75	2159.10	33.30	3.62	48.97	3.30	6.11	45.00	11.35	7.53	7.29
	CK	2	13	1874.40	1619.70		2.43		3.11		40.41		7.00	
庆元	施硼砂60g	6	12	1825.35	3263.40	53.76	5.14	19.53	5.12	13.1	63.58	12.19	7.45	10.04
	CK	3	12	1875.75	2122.35		4.30		4.53		56.67		6.77	
龙泉	施硼砂40~80g	6	5~6	433.45	2284.05	66.05	3.44	89.01	3.03	8.99	51.00	21.43	5.41	2.29
	CK	2	5~6	473.85	1375.5		1.82		2.78		42.00		5.29	
平山均	施硼砂60g	16		1273.99	2620.07*	48.42	4.12*	35.08	3.82	9.40	53.19	14.99	6.80	6.54
	CK	7		1474.82	1765.35		3.05		3.47		46.36		6.35	

注:姥山为1991~1994年施肥后产量的平均值,庆元和龙泉为1992~1994年施肥后产量的平均值。*表示*t*检验达到0.05显著水平,下同。①试验前后球果产量为加权平均值。

前 3 年平均产量增长 27.55%, 而对照小区却比前 3 年减产了 13.59%。庆元种子园施硼小区单位面积球果产量与试验前比较的增长幅度是对照小区球果自然增长幅度的 5.99 倍。种子品质的几项指标, 不论是无性系单株试验, 还是小区对比试验, 施硼均比对照有较大幅度的提高, 其中出籽率提高 9.40% 左右, 发芽率提高 14.99% 左右, 千粒重增加 6.54% 左右。就其产地来讲, 浙江无性系的平均增产效果略高于其它产地无性系, 说明不同无性系(品种)对于硼肥的反应是不同的。以试验地点比较, 龙泉种子园平均增产幅度要比姥山和庆元种子园更大一些。这是因为龙泉改良代杉木种子园基础条件较好, 嫁接母树年龄较小, 只有 5~6 a, 树冠尚小, 园内光照和通风条件好, 有利于花粉的飞散, 再加上施入硼肥后, 满足了开花结实对硼营养元素的需要, 因此增产效果比其它种子园要更明显一些。

2.3 硼肥的施用时间与增产效果

试验结果表明(表 5), 龙泉种子园单位面积和单株球果产量, 4 月中旬和 6 月中旬施硼的增产幅度要比 8 月中旬大(t 检验结果, 与对照比 4 月、6 月均达显著差异)。姥山和庆元种子园 6 月中旬施硼的单株和单位面积球果产量也均有大幅度的增长。无性系单株试验的单果重增长幅度也是 6 月中旬比 8 月中旬大。种子品质的几项指标, 从总趋势看, 也是 6 月中旬施硼的效果较好。因为 6~8 月正是花芽分化期和幼果快速生长膨大时期^[6, 12~14], 需要大量营养元素, 包括微量元素硼的补充, 此时施硼肥, 正好补充林地含硼量的不足, 及时满足了杉木生殖生长和开花结实的需要。

表 5 不同时间施硼的增产效果

种子园	施肥时间	施肥小区数	施肥后球果产量				出籽率		发芽率		千粒重	
			小区 (kg/hm ²)	比 CK 增(%)	单株 (kg/株)	比 CK 增(%)	(%)	比 CK 增(%)	(%)	比 CK 增(%)	(g)	比 CK 增(%)
龙 泉	4 月中	2 ^①	2 671.80 [*]	94.24	3.45 [*]	89.56	2.80	0.72	48.50	15.48	5.58	5.48
	6 月中	2	2 547.45 [*]	85.20	4.13 [*]	126.92	3.64	30.93	52.50	25.00	5.05	4.53
	8 月中	2	1 637.40	19.04	2.74	50.55	2.64	-5.03	52.00	23.81	5.60	5.86
	平均		2 285.55	66.17	3.44	89.01	3.03	8.99	51.00	21.43	5.41	2.29
	CK	2	1 375.50		1.82		2.78		42.00		5.29	
姥 山	6 月中	4	2 159.10	33.30	3.62	48.97	3.30	6.11	45.00	11.35	7.53	7.29
	CK	2	1 619.7		2.43		3.11		40.41		7.00	
庆 元	6 月中	6	3 263.4	53.76	5.14	19.53	5.16	13.09	63.58	12.19	7.45	10.04
	CK	3	2 122.35		4.30		4.53		56.67		6.77	
长 乐			施肥无性系数		单果重(g)		比 CK 增(%)					
	6 月中	3 ^②			8.58	15.48	4.26	15.71	64.00	9.72	7.95	8.02
	8 月中	3			7.66	3.10	3.92	7.39	62.2	6.66	7.91	7.47
	平均				8.12	9.29	4.09	12.05	63.11	8.19	7.93	7.74
	CK	3			7.43		3.65		58.33		7.36	

注:①龙泉每株 40 g 和 80 g 各施一个小区, 姥山和庆元每株施 60 g, ②长乐每株 40 g、60 g、80 g 各施一个无性系。

2.4 不同施硼量的增产效果

试验结果表明(见表 6), 杉木种子园的单果重以每株施 80 g 硼砂的增产效果为较好, 而小区试验部分, 不论是单株球果产量, 还是单位面积球果产量, 均以每株 60 g 硼砂的增产幅度为最大。就种子品质的几项指标来看, 每株施 40 g 和 60 g 硼砂均可以获得较好的效果。

2.5 硼肥与复合肥配施的增产效果

试验结果表明(见表 7), 硼肥(60 g/株)+N、P、K 复合肥(0.5 kg/株)混施后, 不论是单位面积球果产量, 还是单株球果产量, 其增产幅度要明显大于复合肥和硼肥单施。与对照相比, 混

表6 不同施硼量对杉木结实的影响

种子园	施硼量 (g/株)	单株球果重		单位面积球果重		出籽率		发芽率		千粒重	
		(g)	比CK增 (%)	(kg/hm ²)	比CK增 (%)	(%)	比CK增 (%)	(%)	比CK增 (%)	(g)	比CK增 (%)
龙泉	40	4 840*	112.74	3 056.25*	75.62	3.36	20.86	53.30	26.90	5.47	3.40
	60	5 140**	125.93	3 098.7*	78.06	3.50	25.90	56.10	33.57	5.68	7.37
	80	3 350	47.25	2 704.13	55.38	2.69	-3.23	48.10	14.52	5.35	1.13
	平均	4 448	95.31	2 953.03	69.69	3.18	14.39	52.50	25.00	5.50	3.97
	CK	2 275		1 740.3		2.78		42.00		5.29	
长乐 ^①	40	7.75	4.31			4.02	10.14	66.00	13.15	8.09	9.92
	60	8.15	9.69			4.13	13.15	61.96	6.22	7.91	7.47
	80	8.46	13.86			4.12	12.88	61.37	5.21	7.80	5.98
	平均	8.12	9.29			4.09	12.05	63.25	8.19	7.93	7.79
	CK	7.43				3.65		58.33		7.36	

注:施肥时间:龙泉为每年4月和6月中旬,长乐为每年6月和8月中旬;表中数据均为2a结果的平均值。*、**表示t检验达0.05、0.01差异水平。①为单果重比较。

施、单施复合肥料和单施硼肥的单位面积球果产量分别增长了43.01%、16.70%和23.60%。除个别指标外,硼肥+复合肥料处理的杉木种子的出籽率、发芽率和千粒重与单施复合肥料、单施硼肥和对照(不施任何肥料)相比较也有明显的提高。这主要是混施后,同时满足了杉木球果快速增重和花芽分化对各种大量和微量营养元素(特别是硼)的需要,另一方面施肥使林地土壤中各种营养元素达到重新的调整和平衡,特别是硼元素促进了植物对磷钾元素的吸收,从而使种子园种子产量和品质的较大幅度提高成为可能。

表7 硼肥与复合肥料配施的增产效果

处 理	试验 小区数	施肥前 球果产量 (kg/hm ²)	施肥后球果产量				种子产量 (kg/hm ²)		出籽率		发芽率		千粒重	
			每公顷		单 株		数值		比CK 增(%)		比CK 增(%)		比CK 增(%)	
			(kg)	比CK 增(%)	(kg)	比CK 增(%)	数值	比CK 增(%)	(%)	比CK 增(%)	(%)	比CK 增(%)	(g)	比CK 增(%)
硼砂+ 复合肥	2	1 916.95	2 316.30	43.01	3.80	56.38	89.85	65.93	3.42	9.97	46.14	14.18	7.37	5.29
复合肥	2	1 743.75	1 890.15	16.70	2.98	22.63	76.05	40.44	3.30	6.11	45.14	11.71	7.20	2.86
硼 砂	2	1 778.46	2 001.90	23.60	3.44	41.56	68.40	26.32	3.18	2.25	43.86	8.54	7.65	9.29
CK	2	1 874.40	1 619.70		2.43		54.15		3.11		40.41		7.00	

注:施肥时间为1991~1994年6月中旬,球果和种子产量两栏均为施肥前3a及后4a的平均值。

3 结 论

(1)浙江省有代表性的杉木种子园的土壤及杉木针叶和球果抽样测定结果表明,土壤有效硼含量在0.13~0.24ppm之间。均低于0.5ppm的临界浓度;种子园杉木针叶和球果硼含量分别仅为8.9~22.7和4.01~16.1ppm,也明显低于15~25ppm的缺硼临界含量。因此,杉木种子园施硼肥,可以提高土壤有效硼和植株硼的含量,改善杉木硼素营养状况。

(2)在缺硼的杉木种子园内适量施用硼肥,其单株和单位面积球果产量分别提高35.08%和48.42%;出籽率、发芽率和千粒重等种子品质也有明显提高。硼肥与复合肥料混施,其增产幅度分别比单施复合肥料和单施硼肥提高22.55%和15.71%。同时,还证实硼肥对不同杉木无性系(品种)有不同的增产效应。

(3)杉木种子园施硼肥时间以6月中旬为最佳,4月中旬次之,8月中旬稍差。从总体来看,

4月中旬和6月中旬为最佳施肥时间。

(4)硼肥的施用量,一般嫁接母树在10年生以上的杉木一代种子园,以每株施60g硼砂;嫁接年龄较小(一般5年生左右)的杉木种子园以每株施40g硼砂,这两种用量的增产效益为佳。

(5)杉木种子园施硼方法,可以视具体情况不同而异,对地势平坦而且嫁接年龄又较小的杉木种子园以喷施为好;对于树体高大无法实施喷施的种子园应采用根施,在施肥前提前做好开沟准备,待雨后即施肥覆土,以提高硼肥的施用效果。

参 考 文 献

- 1 刘铮. 黄岩柑桔土壤中微量元素的含量及对柑桔的肥效. 土壤学报, 1961, (9): 140~155.
- 2 吴兆明. 植物学杂志. 1976, (3): 27.
- 3 王姝清, 孙润仓, 耿增超, 等. 喷施硼肥对降低板栗空苞率的研究. 西北林学院学报, 1990, 5(4): 71~74.
- 4 陈云霞, 赵乃辉. 果园土壤有效硼含量及苹果施硼效果. 土壤肥料, 1992, (4): 35~36.
- 5 王赵民, 吴隆高, 王嫩良, 等. GA₃等3种植物生长调节剂对杉木结实和种子品质的影响. 林业科技通讯, 1993, (9): 27~29.
- 6 迟健. 杉木种子园施肥试验. 亚热带林业科技, 1987, 15(1): 3~12.
- 7 王赵民, 张建忠, 陈奕良, 等. 疏伐促进杉木种子园开花结实的研究. 林业科学研究, 1994, 7(6): 624~627.
- 8 龙光生, 徐刚标, 黎麦秋, 等. 提高杉木种子园种子产量及品质技术措施的研究. 林业科学, 1994, 30(4): 296~304.
- 9 叶仲节, 柴锡周. 浙江林业土壤. 浙江科学技术出版社, 1986. 55~95.
- 10 刘铮, 唐丽华, 朱其清, 等. 我国主要土壤中微量元素的含量与分布初步总结. 土壤学报, 1978, 15(2): 138~143.
- 11 袁可能. 植物营养元素的土壤化学. 北京: 科学出版社, 1983. 381~419.
- 12 蒋恕. 杉木开花结实的解剖学观察. 南京林学院学报, 1980, (1): 109~115.
- 13 余象煜. 杉木的胚胎发育及淀粉动态. 杭州大学学报, 1984, (1).
- 14 Schmidting(荣文琛译). 南方松种子园管理中施肥时间的重要性. Southern J. of Applied Forestry, (5): 76~81.

Measurement of Available B Content and the Effect on Application of B Fertilizer in Chinese Fir Seed Orchard

Wang Zhaomin Wang Nenlian Wu Longgao Zhang Jianzhong Chen Yiliang

Abstract The samples of soil and plant's needle, cone taken from Zhejiang's Chinese fir seed orchards were tested. And the results showed that the content of water-soluble B in soil is only 0.13~0.24 ppm, which is obviously lower than the critical concentration of 0.5 ppm. The B contents of plant needle and cone are only 8.9~22.7 ppm and 4.1~16.1 ppm respectively, which is also lower than the normal one. Applying appropriate amount of B to Chinese fir seed orchard, the cone yields of single tree and per hectare stand are averaged 35.08%, 48.42% higher than those of the control respectively, the seed output rate is 9.40%, the germination percentage is 14.99% and the 1000-seed-weight is 6.54%, which is higher than that of the control. The best time for fertilization is likely to be before middle August and middle June. The proper amount of fertilizer used is 60 g borax generally. The study also revealed that the better yield could be achieved to apply B mixed with N, P, K fertilizers instead of B or N, P, K mixed fertilizer separately. The amount of cone of single tree and per hectare stand can be increased by 22.55% and 15.71% more with the compound fertilizer, and the seed quality could also be improved remarkably.

Key words Chinese fir seed orchard, available B content, test to fertilize B, cone yield, seed quality

Wang Zhaomin, Associate Professor (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Wang Nenlian (Laoshan Forest Farm of Chunan County, Zhejiang Province); Wu Longgao (Rongquan Research Institute of Forestry, Zhejiang Province); Zhang Jianzhong (Changle Forest Farm of Yuhang County, Zhejiang Province); Chen Yiliang (Qingyuan Forest Farm of Qingyuan County, Zhejiang Province).