

文章编号: 1000-5692(2002)03-0282-06

飞机超低量喷洒保松灵防治松材线虫病

来燕学, 周永平, 张义丰, 俞林祥, 张德胜

(浙江省宁波市森林植物检疫站, 浙江 宁波 315000)

摘要: 用配置 HY-1 型风动式超低量雾化器的海燕 650C 型飞机, 喷洒乳化药液 (保松灵:水 = 1:2, 体积比) $3.00 \sim 3.75 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$, 能有效地杀死松墨天牛成虫, 达到降低松材线虫病的目的。试验表明: 喷洒保松林的林地, 当年松树枯死率比上一年平均下降 37.4%; 当年松树枯死率比对照林地下降 153.0%; 6 月中旬飞防松树枯死率可下降 64.0%。保松灵防治松材线虫病的机制是: ①击倒松墨天牛成虫, 喷雾 45 min 后, 成虫死亡率 100%; ②是胃毒作用, 用喷雾 17 d 后松枝条饲喂松墨天牛成虫, 死亡率为 100%。表 7 参 14

关键词: 轻型飞机; 超低容量喷雾; 保松灵; 松材线虫病; 松墨天牛; 药剂防治

中图分类号: S763.38 **文献标识码:** A

松材线虫病是防治极为困难的毁灭性松林病害^[1]。许多防治方法由于山高路险, 林密柴深, 行人困难而无法落到实处, 致使该病恶性膨胀, 大片松林毁于一旦。为了探索有效防治方法, 扭转松材线虫病恶性扩散势头, 1999 年 6 月, 我们采用国产海燕 650C 轻型飞机进行超低量喷洒保松灵防治松材线虫病的试验, 取得了一定效果和经验。现把结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 试验区概况

试验区位于浙江省宁波市北仑区。喷雾地点为大榭岛、穿鼻岛、外神马岛、梅山岛、郭巨镇和白峰镇 (半岛)。北仑与舟山群岛同为天台山系, 北仑半岛把舟山群岛分为南北 2 片。由于近几年舟山南北松材线虫病暴发, 位于中间的北仑半岛和大榭岛、梅山岛松林也于 1996 年相继发生松材线虫病, 并有历年加剧趋势。2 区树种多为马尾松 *Pinus massoniana* 和黑松 *Pinus thunbergii* 混交, 树龄 5~40 a, 树高 2~12 m, 郁闭度 0.4~0.9, 林下植被复杂, 盖度 100%。2 区松林在 1996 年发生松材线虫病后, 历年采用“现砍现烧”方法防治^[2,3], 病情有所缓解, 但 1998 年起病情又呈现出膨胀扩散趋向。

1.2 飞机及喷雾装置

海燕 650C 轻型飞机是沈阳滑翔机厂最新设计制造的轻型飞机之一。机长 7.64 m, 翼展 14.9 m, 功率 48.8 kW, 空机质量 530 kg, 滑翔比 1:12 m。机载 HY-1 型风动式喷雾器 1 套, 机翼 2 侧装有 16 个雾化喷头。药箱容量 150 kg。临时机场设置在北仑协和石化工地, 跑道为工地内的简易砂石公路, 长 500 m, 宽 8~10 m。

1.3 供试农药

供试农药为保松灵 (PEM), 由宁波市森防站和宁波明日集团合作开发生产^[4], 主要成分为有机

收稿日期: 2001-07-16; 修回日期: 2002-02-25

作者简介: 来燕学 (1956-), 男, 浙江宁波人, 高级工程师, 从事森林病虫害防治研究。

磷类杀螟松和仿生制剂噻嗪酮^[9]。

1.4 试验方法

1.4.1 喷雾方法 按保松灵:水=1:2(体积比)比例加入飞机药箱,每次载药 100~120 kg,平均用稀释液 3.00~3.75 L·hm⁻²。每架次飞行面积为 26~33 hm²。打药地点由当地熟悉地形和疫情的专业人员上机领航指明;以后由飞行员按照地形和气流特点决定飞行施药方式;地面不设导航信号队。喷药后由飞行员在 1:1 万地形图上标明地点、时间和次数;不喷或不能喷药的松林即为对照区。

1.4.2 飞行方式 飞机喷药作业采用 4 种方式:①贴飞拉顶。风速小于 2 m·s⁻¹,能见度好,山脉走向平时时使用。②旁飞补脊。风速 3~4 m·s⁻¹,能见度中等,山脉走向较曲折多变时采用。③旋飞切边。适用于能见度中等,风速 2~3 m·s⁻¹,圆形小海岛飞行。④俯飞冲谷。适用于风速 2~3 m·s⁻¹,能见度好,山脉走向急弯和较深山谷处,要求前方平坦,没有障碍物。

1.4.3 飞防时间 从 1999 年 5 月 29 日至 6 月 5 日飞行 7 d,共 22 架次;6 月 14 日至 16 日飞 3 d,共 17 架次;6 月 19 日至 21 日飞 3 d 共 21 架次。上午 4:30 时到 10:45 时共飞 52 架次,占 86.7%,傍晚飞 8 架次,只占 13.3%。

1.4.4 击倒试验 喷药前,6 月 3 日在郭巨镇青龙山松林内悬挂直径 30 cm,高 50 cm 圆柱形尼龙网 1 个,内置刚羽化的松黑天牛 *Monochamus alternatus* 成虫 27 头,待喷药后取回,与另 30 头对照成虫一同挂在庭园雪松 *Cedrus deodara* 上观察成虫死亡情况;喷药后,6 月 4 日在大树把 15 头成虫挂到 6 月 3 日喷过药的林地,观察成虫死亡;另 10 头入网后,悬挂在庭园雪松上作对照。

1.4.5 模拟试验 6 月 23 日把保松灵配成体积比为 1:1 的比例装入 3MY-08 型手持喷雾器,把 10 头刚羽化成虫装入网内,重复 1 次,然后模拟飞机作“一晃而过”的 1 次性喷雾,观察成虫死亡情况。

1.4.6 饲喂试验 6 月 17 日和 7 月 4 日分别采集施药区松枝条,分上层和下层枝条放入网内,第 1 次放入成虫各 15 头让其补充营养,观察成虫死亡情况,同设对照成虫 10 头;第 2 次试验和对照成虫数为各 10 头。

1.5 效果评定

1999 年 10 月至 11 月,对施药区和对照区的病死树数量进行例行的疫情调查,以小班为单位记载枯死松树数量。首先以镇为单位用 1998 年、1999 年和 2000 年数据进行比较,评价飞机喷药的效果;其次选郭巨镇以村为单位比较飞行防治的效果,并测验飞行方式和飞行时间对防治效果的影响。效果评定采用公式:病死树增长率=(当年松树枯死量-前年松树枯死量)/前年松树枯死量×100%。病死树增长率<0,表明防治有效;病死树增长率>0,表明防治无效;病死树增长率=0,表明持平。

2 结果与分析

2.1 模拟喷雾试验

模拟喷雾试验以证明保松灵击倒成虫的能力(表 1)。由表 1 可见喷药组在喷药后 5 min,就有 4 头成虫死亡;20 min 时成虫死亡累计 17 头,占 85%;40 min,成虫死亡 100%。表明保松灵具有快速击倒成虫的能力。模拟喷雾是模仿飞机“一晃而过”的喷雾方式。模拟的杀虫原理同样反映在飞机超低量喷雾对林地内成虫的击倒情况。

表 1 模拟喷药效果

Table 1 Contact poison of PEM to adult of *Monochamus alternatus*

试验	体积比	供试虫数/头	喷药时间	不同时间内松墨天牛成虫死亡数量/头					死亡率/%
				5 min	10 min	15 min	20 min	40 min	
喷雾	1:1	10	1999-06-23-11:00	3	1	0	5	1	100
重复	1:1	10	1999-06-23-11:00	1	1	3	3	2	100
对照	清水	10	1999-06-23-11:00	0	0	0	0	0	0

2.2 飞防试验结果

2.2.1 击倒试验 飞防前后林内挂虫试验证明,喷药前挂的虫在 24 h 内 100%死亡;喷药后挂的虫

在24 h内死亡60% (表2)。

由表2可见, 喷药前挂的松墨天牛成虫在喷药后6 h内死亡17头, 占63%, 24 h后全部死亡; 飞机喷药后再去挂上的成虫24 h死亡9头, 占60%, 2组效果不同, 表明成虫击倒率与虫体所受的药量有关。后者成虫死亡是吸入林内漂浮的微量保松灵雾液所致; 前者除成虫气门吸入农药外, 体表直接渗入保松灵是主要原因。

表2 林内挂虫试验结果

Table 2 Adult death in forest by contacting with PEM

挂虫时间	地点	挂虫头数/头	喷药后每间隔时间死虫数/头					死亡率/%
			6 h	10 h	14 h	20 h	24 h	
喷药前	北仑	27	17	3	5	1	1	100
	对照	30	0	0	0	0	0	0
喷药后	大榭	15	—	—	1	6	2	60
	对照	10	—	—	0	0	0	0

2.2.2 毒枝饲喂试验 饲喂试验结果表明保松灵对成虫的胃毒作用, 可持效17 d (表3)。

表3 保松灵饲喂松墨天牛成虫试验结果

Table 3 Result of pesticide residual of shoots to raise adults of *Monochamus alternatus*

喷药时间	采枝时间	采枝层位	饲喂虫数/头	观察日期及成虫存活数/头						成活率/%	
				06-17	06-18	06-19	06-20	07-04	07-05		07-06
1999-06-16 5:00	06-16-11:00	上层	15	1	0						0
		下层	15	1	0						0
1999-06-16 5:00	07-03-9:00	上层	10					2	0		0
		下层	10					4	2	0	0
对照	06-16 11:00	上层	10	10	10	10	10				100
		下层	10	10	10	10	10				100

由表3可见, 6月16日喷药后, 约6 h把枝条采下带回室内喂虫, 17日观察, 成虫死亡28头, 死亡率为99.3%, 48 h后剩余的2头成虫也死亡, 死亡率达100%。表明不管上层松枝还是下层松枝都有农药存在。17 d后, 7月3日再采枝饲喂, 24 h后观察, 成虫死亡率为70%; 48 h后, 死亡率为90%; 72 h后, 死亡率为100%。这表明喷药17 d后, 枝上的农药对成虫仍有较强的胃毒作用。对照组用新鲜松枝条饲喂, 4 d后尚未见到死亡成虫。

2.2.3 飞防时间与效果关系 喷药时间对效果也有较大影响。6月中旬喷药效果最好, 6月上旬次之, 6月下旬稍差 (表4)。由表4可见, 6月中旬施药效果最好与成虫羽化补充营养的活动规律有关。宁波的成虫羽化起始于5月初, 6月中旬为羽化高峰^[7]。按照药物的击倒特性, 此时施药能把林内从5月初到6月中旬羽化的成虫杀死, 再加上15 d持效期, 把6月下旬和7月上旬羽化的成虫在补充营养时胃毒而死, 两者合计约可杀死70%的成虫; 5月初和6月上旬喷药, 加上15 d持效期, 估计能杀死50%的成虫; 6月下旬喷药虽然能杀死林地内大部分已羽化的成虫, 但此时大部分成虫已完成侵染和产卵任务, 因此防治效果相对较差。但有一个现象值得关注。喷药时间影响次年病死树数量的增率。当年喷药迟, 次年病死树增量少, 反之则高。原因值得探讨。象山搞MEP喷雾防治松材线虫病试验^[8], 北仑小港1997年搞PEM试验^[4], 对照区和附近松树全部死亡, 喷过药的松树多数还活着。

2.2.4 飞行方式与效果关系 在郭巨实施的旁飞、贴飞和俯飞3种飞行方式, 以俯飞效果最好, 旁飞最差 (表5)。俯飞效果较好的原因是山谷地形承受农药较多缘故。旁飞效果较差是由于农药依靠气流带到树冠, 松林所受农药量少且分布不均所致; 贴飞在实际飞行中往往转化为旁飞, 因此飞防效果好于旁飞而逊于俯飞。

表4 飞行时间对飞防效果影响

Table 4 Effects of aerial spraying in different flight dates

飞防时间	调查村庄数	枯死树数量/株			1999年增量/%	2000年增量/%
		1998年	1999年	2000年		
1999-05-29~06-04	12	75 416	53 837	135 880	-28.6	152.4
1999-06-14~15	2	73 000	26 269	45 540	-64.0	73.4
1999-06-20~21	3	20 892	16 488	16 288	-21.1	-1.3
对照	1	4 000	7 234	8 700	80.8	20.3

2.3 实际防治效果

2.3.1 各村飞防效果 以郭巨镇的村为单位对飞防效果分析结果见表6。可见, 喷药与不喷药的枯死

松树数量相比, 作对照的中宅村, 1999 年枯死松树比 1998 年增加 80.8%, 而喷药村枯死松树平均下降 42.9%, 效果显著。

2.3.2 各乡镇飞防效果 大榭、白峰、郭巨和梅山等 4 个乡镇用飞机喷洒保松灵后, 当年的枯死松树数量与不喷药年份和不喷药松林相比有较大幅度下降, 这在松材线虫病尚处于逐年上升的发病区, 更显示出飞防对松材线虫病的抑制效果 (表 7)。

表 5 飞行方式对飞防效果影响

Table 5 Effects of aerial spraying in different flight way

飞行方式	调查村庄数	枯死树数量/株			1999 年 增量/%	2000 年 增量/%
		1998	1999	2000		
旁飞	8	34 348	31 342	71 690	-8.8	128.7
贴飞	6	54 520	34 062	73 310	-37.5	115.2
俯飞	3	80 440	31 190	52 770	-61.2	68.9
对照	1	4 000	7 234	8 700	80.8	20.3

表 6 郭巨镇 1999 年飞防效果

Table 6 Effects of aerial spraying to controlling PWD in village unit

村名	架次	架次编号	飞行方式	飞防时间	枯死树数量/株			1999 年 增量/%	2000 年 增量/%
					1998 年	1999 年	2000 年		
大涂塘	1	13	旁飞	1999-06-03	4 296	5 143	9 770	19.7	89.9
镇四门	3	5, 6, 7	贴飞	1999-06-02~04	11 176	3 609	22 080	-67.7	511.8
尖岭头	1	14	贴飞	1999-06-03	8 856	6 925	7 250	-21.8	4.7
路亭	1	7	俯飞	1999-06-03	5 940	3 418	6 950	-42.5	103.3
双岙	1	17	旁飞	1999-06-04	2 600	2 004	10 530	-22.9	425.4
后墩山	1	18	贴飞	1999-06-04	3 416	1 652	13 150	-53.1	720.8
谢家岙	1	4	俯飞	1999-05-31	4 500	3 402	8 300	-24.4	143.9
华峙	3	1, 2, 3	贴飞	1999-05-29~30	22 272	17 277	18 880	-22.4	9.3
福民	2	15, 22	旁飞	1999-06-03~04	2 848	1 416	6 520	-50.3	360.5
大岭下	1	23	旁飞	1999-06-04	5 192	3 629	5 650	-30.1	55.7
洋涨岭	1	35	贴飞	1999-06-15	3 000	1 899	8 090	-36.7	326.0
联合	4	28, 29, 36, 37	俯飞	1999-06-14~15	70 000	24 370	37 450	-65.2	53.6
盛岙	1	21	旁飞	1999-06-04	4 000	5 002	24 930	25.1	398.4
竹湾	2	18, 19	旁飞	1999-06-04	320	360	1 870	12.5	491.4
花船	1	48	旁飞	1999-06-20	3 560	4 048	5 060	13.7	25.0
上宅	2	49, 50	贴飞	1999-06-20	5 800	2 700	3 860	-53.4	42.9
峙头角	1	58	旁飞	1999-06-21	11 532	9 740	7 360	-15.5	-24.4
中宅	0		对照		4 000	7 234	8 700	80.8	20.3
合计	24				173 308	103 828	206 400	-40.1	98.8

表 7 飞机喷药乡镇枯死松树实际减少量

Table 7 Effects of aerial spraying to controlling PWD in town unit

乡镇	架次	飞防面积/hm ²	松林面积/hm ²	飞防日期	各年枯死松树数量/株			1999 年 增量/%	2000 年 增量/%
					1998 年	1999 年	2000 年		
白峰	16	426	710	1999-06-16~20	35 000	33 000	137 505	-5.7	317.7
郭巨	24	640	822	1999-05-29~21	173 308	103 828	206 400	-40.1	98.8
大榭	18	480	533	1999-06-03~14	35 000	16 000	30 000	-54.3	87.5
梅山	2	33	55	1999-06-20	5 050	3 630	23 600	-28.1	550.1
合计	60	1 605	2 120	1999-05-29~21	250 050	156 458	397 505	-37.4	154.1
小港				对照	4 940	26 599	70 235	466.8	164.1

由表 7 可见, 喷药林地枯死松树与 1998 年相比平均下降 37.4%, 尤其是大榭下降 54.3%, 郭巨下降 40.1%, 防治效果明显。2000 年没有继续飞防, 病死树数量全面反弹, 平均比 1999 年增加 154.1%, 尤其是梅山死树数量比 1999 年增加 550.1%。

分析表明, 飞防效果与地形和地理位置有一定关系。大榭是圆形海岛, 郭巨是狭长半岛, 飞机作业较为容易, 白峰虽为半岛但山体相对较大, 起伏曲折, 飞行质量较差影响防治效果。飞防效果与喷药覆盖率有密切关系。大榭松林喷药面积与总松林面积的比为 90%, 枯死树减少 54.3%; 郭巨为 78%, 死树减少 40.1%; 梅山为 60%, 死树减少 28.1%; 白峰受喷药面积比例低和飞行作业困难双重影响, 死树减少量只有 5.7%。由于受舟山疫情影响^[9], 实际效果短期难定。

3 结论与讨论

保松灵是针对松墨天牛成虫羽化期长的生活习性而设计的防治松材线虫病的特效新药。试验表明保松灵对成虫有强烈的击倒力和持久的胃毒作用。大面积的飞防实践证明了保松灵对松材线虫病的控制作用。保松灵另一个特点是能用超低量喷雾方式防治松材线虫病。以往松材线虫病的化学防治都采用常量喷雾^[9, 10], 特别是地面常量喷雾, 林密柴深, 山路崎岖, 加之缺乏高扬程喷雾器和水源, 使该项技术无法大面积开展。超低量喷雾农药和技术的开发与应用为松材线虫病的化学防治开辟了新路。这次实验采用 $3.00 \sim 3.75 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ 超低量林冠喷雾方式也达到了理想的防治效果, 展示了该药大面积推广的良好前景^[11, 12]。

海燕 650C 是第 1 次试用于松材线虫病飞防。该机配带 HY-1 型风动型喷机能顺利地以超低量形式把保松灵喷洒到松林树冠。试验表明该机型能按地形变化调整飞行方式, 并在离树冠 10 m 内距离飞行喷药, 这是国内常规飞防机型运 5 型飞机所不能比拟的优点^[13]。同时该机使用成本低, 效率高, 安全性能好, 可担任飞防主角。这次飞防表明了海燕 650C 型飞机的适用性。但飞机的抗逆性较差, 适合飞行日少, 建议提高飞机动力, 增强抗逆性。

用轻型飞机超低量喷雾方法防治松材线虫病是一项技术创新, 有许多新问题有待探索, 以进一步提高防治效果。首先要增加飞防次数, 至少 1 a 飞 2 次, 以克服松墨天牛成虫羽化期长, 保松灵主药杀螟松持效期相对较短的问题^[9, 14]。成虫活动期在宁波可长达 4 个月, 从 5 月上旬到 8 月下旬, 6 月中旬是高峰期, 因此 6 月喷药, 药效 20 d, 7 月中旬后的成虫难以被杀死, 继续传播松材线虫病危害松林, 造成防治效果的不彻底性。再说喷药期正是宁波梅雨季节, 严重影响飞防效果。保松灵对蜜蜂毒性较大, 使用时要注意安全。这次飞防费用平均为 $135 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$, 较其他地面化防成本低。

参考文献:

- [1] 孙肇凤. 中国科协组织并邀请专家专题考察松材线虫病的防治[J]. 林业科学, 1999, 35(4): 57.
- [2] 来燕学, 周永平, 俞林祥, 等. 林内就地火烧病死木防治松材线虫病试验[J]. 江苏林业科技, 2000, 27(6): 28-32.
- [3] 来燕学, 周永平, 俞林祥, 等. 宁波市东部用二阶原点除害法防治松材线虫病效果评价[J]. 浙江林业科技, 2001, 21(1): 51-53.
- [4] 来燕学, 周永平, 俞林祥, 等. 保松灵(PEM)农药防治松材线虫病试验[J]. 江苏林业科技, 2000, 27(5): 44-47.
- [5] 农业部农药检验所. 新编农药手册[M]. 北京: 农业出版社, 1996, 89-185.
- [6] 来燕学. 松材线虫病自然扩散特性及防治策略[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(20): 170-175.
- [7] 来燕学, 俞林祥, 周永平, 等. 用双环法诱杀松墨天牛成虫控制松材线虫病[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(1): 60-65.
- [8] 来燕学, 蔡道尧, 周岳松, 等. 松材线虫病 MEP、MPP 喷雾防治试验报告[J]. 浙江林业科技, 1998, 18(1): 25-29.
- [9] 朱正昌, 刘曙雯. 杀螟松在中山陵区残留动态的研究[J]. 南京林业大学学报, 1989, 13(1): 89-95.
- [10] 朱正昌. 杀螟松对松墨天牛药效试验分析[A]. 杨宝君. 中国松材线虫病流行与治理[C]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 212-214.
- [11] 来燕学, 周岳松, 周永平, 等. 触破式微胶囊剂在飞防松材线虫病中的应用[J]. 南京林业大学学报, 2000, 24(2): 75-77.
- [12] 张再福, 黄炳荣, 林庆源, 等. 海燕 650B 轻型飞机防治森林虫害作业技术研究[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(3): 56-59.
- [13] 梁成杰, 赵玲, 黄金义, 等. 航空喷洒设备及监测技术的研究[J]. 林业科学研究, 1999, 12(1): 74-78.
- [14] 松浦邦昭. マシノマタテカツキリの後食防関するつユニットロチオニ的作用[J]. 応動昆, 1988, 32(4): 245-251.

Controlling pine wilt disease by means of aircraft spray of PEM with ultra-low-volume

LAI Yan-xue, ZHOU Yong-pin, ZHANG Yi-feng, YU Lin-xiang, ZHANG De-sheng

(Forestry and Plant Quarantine Station of Ningbo City, Ningbo 315000 Zhejiang China)

Abstract: The sea-swallow 650 C plane carried with a set of HY-1 model wind-power spraying machine could spray PEM, a new kind of pesticide which means the pine trees could be exempted from mortality, smoothly on pine forest by means of aerial ultra-low-volume spray, $3.00 \sim 3.75 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ ($v_{\text{PEM}} : v_{\text{water}} = 1 : 2$). The adults of *Monochamus alternatus* could be effectively killed by PEM, by the both way of stomach poison and contact kill. The rate of contact kill to the adults reached 100%. The rate of stomach poison to feeding adults reached 100%, with pine branches after 17 days spraying PEM. The absolute mortality rate of pine trees in the pine forest infected by the pine wilt disease, decreased by 37.7%, comparing with that pine forest without praying PEM. The relative mortality rate of pine trees decrease by 153%. The best spray dates were in the mid-June, during which the absolute mortality rate of pine trees decreased by 64.0%.

Key words: light aircraft; ultra-low-volume spraying; PEM; pine wilt disease; *Monochamus alternatus*; chemical control

张立钦教授赴美学术考察访问取得成功

应美国加利福尼亚大学邀请和资助, 我校科研处处长张立钦博士于 2002 年 6 月至 7 月再次赴美国进行为期 1 个月的校际学术考察访问。此次重点是考察访问了加利福尼亚大学戴维思校区和美国佛罗里达大学。

在考察期间, 张立钦博士会见了戴维思校区的副校长、农学院副院长、昆虫系主任、系副主任、环境园艺系主任、美国自然保护组织 (TNC) 项目主任、美国城市林业项目主任、农学院有关系的教授、博士、留学生以及佛罗里达大学统计系领导和教师等 30 余人。访问期间, 双方就师资队伍培养、人才引进和科学研究合作等诸多方面进行了广泛的交流, 并取得了以下主要成果: ①浙江林学院与加利福尼亚大学戴维思校区初步达成校际合作意向, 包括培养高级人才和共同开展科学研究项目的合作等。②聘请了佛罗里达大学邬荣领博士为浙江林学院森林培育学科的省政府特聘教授, 还达成拟聘请加利福尼亚大学戴维思校区优秀博士为浙江林学院特聘教授事宜。

在美期间, 张立钦博士还参加了“外来有害生物”国际学术大会。

(科研处)