

DOI:10.16515/j.cnki.32-1722/n.2019.02.017

中国安息香属植物的形态特征及自然地理分布

童丽丽¹, 刘 政², 许晓岗², 樊 静³

(1. 金陵科技学院园艺园林学院, 江苏 南京 210038; 2. 南京林业大学生物与环境学院, 江苏 南京 210037;
3. 杭州大搜车汽车服务有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘 要: 通过文献追溯以及在世界各大植物数据库中搜索安息香属(*Styrax*)植物的相关信息, 确定了该属在中国的物种数量, 总结了该属各个种的形态特征和自然地理分布状况。结果表明: 1) 能确定的最新记载的安息香属植物应有 31 种, 以小乔木居多, 花基本为白色, 总状或圆锥花序, 花芳香的植物只有 8 种, 花期基本都在春、夏季(3—6 月), 果期在夏、秋、冬季(5—12 月); 2) 在我国除了 1 种分布至辽宁, 大多数主产于长江流域以南各省区, 尤其是中南、西南部分布较多; 3) 超高海拔上没有分布, 一半以上的物种适宜生长在低、中海拔的山地中。

关键词: 数据库; 安息香属; 形态特征; 分布特性; 海拔高度

中图分类号: S718.3; Q948.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-755X(2019)02-0075-06

Morphological Characteristics and Natural Geographical Distribution of *Styrax* Species in China

TONG Li-li¹, LIU Zheng², XU Xiao-gang², FAN Jing³

(1. Jinling Institute of Technology, Nanjing 210038, China; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;
3. Hangzhou Dasouche Automobile Service Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

Abstract: Through consulting literatures and searching the relevant information of *Styrax* species in major plant databases around the world, we determined the species number of this genus in China, summarized the morphological characteristics and natural geographical distribution of *Styrax* species. The results showed that: 1) There should be 31 species newly recorded, most of which are small-sized trees, with white flowers, racemes or panicles, and only 8 flowers with fragrance. Flowering period is in spring and summer (March-June), fruit period is in summer, autumn and winter (May-December); 2) Except for 1 species distributed to Liaoning province, most of them are mainly produced in the provinces and regions south of the Yangtze River Basin, especially in the south-central and southwestern parts; 3) There is no distribution at high altitudes, but more than half of the species grow well in low and middle altitude mountains.

Key words: *Styrax*; database; morphological characteristics; distribution characteristics; altitude

安息香属(*Styrax* Linn.)是安息香科(Styracaceae)的乔木或灌木,产于东亚。因其树干受到外部伤害后会流出树脂样物质而得名,具有重要的药用、观赏和经济价值^[1]。该属全世界约有 130 种,主要分布

收稿日期: 2019-03-12

课题资助: 南京市绿化园林局科技项目(YLKJ201811ZD, YLKJ201812ZD)

作者简介: 童丽丽(1970—),女,江苏南京人,教授,博士,主要从事园林植物应用方面的研究。

于亚洲东部至马来西亚和北美洲的东南部(墨西哥至安第斯山),只有1种分布于欧洲地中海周围^[2]。该属为现存该科种类最多,分布最广,性状分化最强烈的一群^[3],所以国外对该属分类学的研究较多^[4-8],而国内对该属的研究主要体现在新种的记录^[2,9-12]、种群分布^[13-15]、种质资源及园林应用^[16-17]、部分植物的组培^[18-20]、生理^[1,21-24]及化学成分^[25-26]的研究,但目前未有人从大数据的角度对该属的形态特征及地理分布现状进行归纳总结。

1 材料与方法

安息香属植物在中国分布的种类、形态特征、分布位置等信息通过查阅文献,搜索世界各大植物标本馆、各大植物数据库及公开发表的相关文献中所提供的的数据获取,通过仔细核对其中的描述,确定本属在中国的种类数量,记录各种的形态特征、分布位置。

2 结果与分析

2.1 中国安息香属植物种类的数量

据记载,安息香属在中国的分布有33种^[3],在西南地区的分布就有25种(含变种)^[15]。本文根据最新的安息香属植物的记录^[13-14]和世界各大植物标本馆最新信息查询的结果,确定了*Styrax confusus*与*Styrax philadelphoides*为同一种,*Styrax confusus*是被接受名(accepted name)^[15]。*Styrax veitchiorum*与*Styrax odoratissimus*为同一种,*Styrax veitchiorum*是*Styrax odoratissimus*的异名(synonym)^[16],而其他的变种由于性状的原始描述有一定的分歧性,在此忽略不计,故目前从形态学意义上来确定安息香属植物在中国共有31种(表1)。

2.2 中国安息香属植物的主要形态特征

把所查到的数据信息进行汇总,得到结果如表1所示。我国安息香属31个种均为木本,台湾安息香、楚雄安息香、小叶安息香、婺源安息香为灌木,其次为兼有灌木或小乔木性状的植物,共10种,具体为银叶安息香、灰叶安息香、白花龙、大花野茉莉、野茉莉、玉玲花、瓦山安息香、皱叶安息香、裂叶安息香、浙江安息香,其余17种的性状均为小乔木,最粗的胸径可达40 cm。

该属29种植物的花色为白色,只有玉玲花、粉花安息香两种植物不但有白色的花朵,还会出现粉红色的花朵。大果安息香、婺源安息香、浙江安息香这3种为单朵花或双朵花生于叶腋,巴山安息香可为单朵花也可为花序,其余的27种均为总状或圆锥花序顶生或腋生,花朵在3~10朵。

该属中30种植物的花期基本都在春夏季(3—6月),果期在夏秋、冬季(5—12月),只有1种植物——喙果安息香的花期在秋冬季(9—12月),果期在春、夏季(3—5月)。

该属中有8种植物的花具有芳香,具体为中华安息香、赛山梅、白花龙、墨泡、大果安息香、玉玲花、芬芳安息香、浙江安息香。

表1 中国安息香属31个种的主要形态特征

序号	学名	中文名	形态特征
1	<i>S. agrestis</i>	喙果安息香	乔木,高15 m,胸径20 cm。总状花序顶生有花5~10余朵,下部有1~2花腋生,长6~12 cm;花白色,花期9—12月,果期3—5月。
2	<i>S. argenti folius</i>	银叶安息香	乔木,高5~15 m,胸径约40 cm。总状花序顶生或腋生,长1.2~1.6 cm,有花3~9朵;花白色,花期4—5月,果期8—9月。
3	<i>S. bashanensis</i>	巴山安息香	乔木,高3~7(~12) m,胸径16 cm。总状花序顶生,长2~4.5 cm,具花4~8朵或有1~4朵花生于叶腋;花淡白色,长1.2~1.4 cm。花期5—6月,果期7—8月。
4	<i>S. benzoinoides</i>	滇南安息香	乔木,高8~12 m,胸径10~12 cm。圆锥或总状花序(据记载),长2.5~5.0 cm;花白色,长1.0~1.2 cm;花期5—6月,果期10月。

续表 1

序号	学名	中文名	形态特征
5	<i>S. calvescens</i>	灰叶安息香	灌木或小乔木,高5~15 m,胸径达15 cm。总状或圆锥花序,顶生或腋生,长3.5~9 cm;花白色,长1~1.5 cm。花期5~6月,果期7~8月。
6	<i>S. chinensis</i>	中华安息香	乔木,高10~20 m,胸径20~34 cm。圆锥或总状花序,顶生或腋生,长1~12 cm;花白色,芳香,长1.2~1.5 cm。花期4~5月,果期9~11月。
7	<i>S. chrysocarpus</i>	黄果安息香	乔木,高7~20 m。花序腋生,有花3~5朵;花期3~4月,果期7月。
8	<i>S. confusus</i>	赛山梅	乔木,高2~8 m,胸径达12 cm。总状花序顶生,有花3~8朵,下部常有2~3花聚生叶腋,长4~10 cm;花白色,有香味。花期4~6月,果期9~11月。
9	<i>S. dasyanthus</i>	垂珠花	乔木,高3~20 m,胸径达24 cm。圆锥或总状花序顶生或腋生,具多花,长4~8 cm,下部常2至多花聚生叶腋;花白色,长0.9~1.6 cm;花期3~5月,果期9~12月。
10	<i>S. faberi</i>	白花龙	灌木或小乔木,高1~3 m。总状花序顶生,有花3~5朵,下部常单花腋生,长3~4 cm;花白色,芳香,长1.2~1.5(~2)cm;花期4~6月,果期8~10月。
11	<i>S. formosanus</i>	台湾安息香	灌木,高2~3 m。总状花序顶生,有花3~5朵,下部常单花腋生,长2.5~4 cm;花白色,长1.2~1.4 cm;花期3~4月,果期5~6月。
12	<i>S. grandiflorus</i>	大花野茉莉	灌木或小乔木。高4~7 m,胸径约30 cm。总状花序顶生,有花3~9朵,长3~4 cm,有时1~2花生于下部叶腋;花白色,长1.5~2.5(~3)cm;花期4~6月,果期8~10月。
13	<i>S. hainanensis</i>	厚叶安息香	乔木,高8~10 m。总状花序生于小枝下部叶腋,长3~4 cm,有花2至数朵;花白色,长1.3~1.6 cm;花期3~4月,果期8~10月。
14	<i>S. hemsleyanus</i>	老鸱铃	乔木,5~12 m。胸径12 cm。总状花序顶生,8~10花,9~15 cm,通常基部2或3分枝。花白色,长1.8~2.7 cm。花期5~6月,果期7~9月。
15	<i>S. huanus</i>	墨泡	乔木,高6~15 m。总状花序顶生或腋生,花序长6~15 cm,基部有时2~3分枝;花白色,芳香,长13~18 mm;花期5~6月,果期9~10月。
16	<i>S. japonicus</i>	野茉莉	灌木或小乔木,高4~8(~10)m。总状花序顶生,有花5~8朵,长5~8 cm;有时下部的花生于叶腋;花白色,长2~2.8(~3)cm,花期4~7月,果期9~11月。
17	<i>S. limprichtii</i>	楚雄安息香	灌木,高1~2.5 m。总状花序顶生,有花3~6朵,长3~4 cm;花白色,芳香,长约15 mm;花期3~4月,果期8~10月。
18	<i>S. macranthus</i>	禄春安息香	乔木,高约7 m。总状花序顶生,有花3~4朵,长4~6 cm;花白色,长1.2~2.5 cm;花期4~6月,果期8~10月。
19	<i>S. macrocarpus</i>	大果安息香	乔木,高6~9 m,胸径达28 cm。花单生于叶腋,先叶开放,花白色,芳香,长达3.3 cm,花冠5~7裂;花期5~6月,果期9~10月。
20	<i>S. obassia</i>	玉玲花	乔木或灌木,高可达14 m。总状花序顶生或腋生,长6~15 cm,有花10~20余朵;花白色或粉红色,芳香,长1.5~2 cm;花期5~7月,果期8~9月。
21	<i>S. odoratissimus</i>	芬芳安息香	乔木,高4~10 m,直径达20 cm。总状或圆锥花序,顶生,长5~8 cm,下部的花常生于叶腋;花白色,芳香,长1.2~1.5 cm;花期3~4月,果期6~9月。
22	<i>S. perkinsiae</i>	瓦山安息香	灌木或小乔木,高2~6(~10 m),胸径约25 cm。总状花序顶生,有花3~4朵;花序长4~6 cm;花白色,长约2 cm;花期3~4月,果期7~8月。
23	<i>S. roseus</i>	粉花安息香	乔木,高4~8 m,胸径约8 cm。总状花序顶生,有花2~3(~4)朵,下部花常腋生,长3~5 cm;花白色或粉红色,长1.5~2.5 cm;花期7~9月,果期9~12月。
24	<i>S. rugosus</i>	皱叶安息香	灌木或小乔木,高1.5~6 m,胸径达18 cm。总状花序顶生,有花3~6朵,长5~6 cm;花白色,长约1.6 cm;花期5~6月,果期9~11月。
25	<i>S. serrulatus</i>	齿叶安息香	乔木,高4~12 m,胸径9~25 m。总状或圆锥花序顶生,多花,下部常有1~4花聚生叶腋,长3~10 cm;花白色,长1~1.3 cm;花期3~5月,果期7~9月。
26	<i>S. suberifolius</i>	栓叶安息香	乔木,高4~20 m,胸径达40 cm。总状花序或圆锥花序,顶生或腋生,长6~12 cm;花白色,长1.0~1.5 cm;花期3~5月,果期9~11月。

续表 1

序号	学名	中文名	形态特征
27	<i>S. supaii</i>	裂叶安息香	乔木或灌木,高 2~6 m,胸径约 10 cm。总状花序顶生,有花 2~3 朵,长 3~4 cm;花白色,长 1.5~1.8 cm;花期 4—5 月,果期 6—9 月。
28	<i>S. tonkinensis</i>	越南安息香	乔木,高 6~30 m,胸径 8~60 cm。圆锥花序,或渐缩小成总状花序,花序长 3~10 cm 或更长;花白色,长 1.2~2.5 cm;花期 4—6 月,果期 8—10 月。
29	<i>S. wilsonii</i>	小叶安息香	灌木,高 1~2 m。总状花序顶生,有花 3~5 朵,长 2~4 cm;花白色,长 1~1.3 cm;花期 5—7 月,果期 8—10 月。
30	<i>S. wuyuanensis</i>	婺源安息香	灌木,高 1.5~3 m。花白色,长 1.3~1.5 cm,单生于叶腋或 2 朵聚生于小枝顶端,或 3 朵排成顶生的总状花序,长 3~5 cm;花期 4 月,果期 8 月。
31	<i>S. zhejiangensis</i>	浙江安息香	落叶灌木至小乔木,高 2~7 m。花白色,下垂,具芳香,单生(偶双生)叶腋,花冠直径 3.6~5.5 cm,6~8 裂,花期 4 月中下旬,果期 8—9 月。

2.3 安息香属植物在中国的地理分布及分布特征

安息香属植物在我国除玉铃花分布到了东北南部的辽宁,其余的种类基本分布在长江流域以南各省区,尤其是中南地区和西南地区。表 2 为我国安息香属 31 个种地理分布的详细地区及其栖息地的概况。

表 2 安息香属(*Styrax*)各植物分布地区及栖息地概况

序号	种名	学名	主要分布地区	栖息地概况
1	喙果安息香	<i>S. agrestis</i>	滇、粤、闽	海拔 50~700 m 密林中
2	银叶安息香	<i>S. argenti folius</i>	桂南、滇南	海拔 500~1 500 m 河谷密林中
3	巴山安息香	<i>S. bashanensis</i>	陕南(镇坪县)	生于海拔 1 000~1 190 m 的山坡杂木林中
4	滇南安息香	<i>S. benzoinoides</i>	滇南(西双版纳)	海拔 750~1 000 m 山谷湿润疏林中
5	灰叶安息香	<i>S. calvescens</i>	豫、鄂、赣、浙	海拔 500~1 200 m 的山坡、河谷林中、或林缘灌丛中
6	中华安息香	<i>S. chinensis</i>	桂、滇	海拔 300~1 200 m 密林中
7	黄果安息香	<i>S. chrysocarpus</i>	滇	海拔 1 500 m 密林中
8	赛山梅	<i>S. confusus</i>	川、黔、桂、湘、鄂、皖、苏	海拔 100~1 700 m 密林中
9	垂珠花	<i>S. dasyanthus</i>	鲁、豫、皖、苏、浙、湘、黔	海拔 100~1 700 m 的丘陵、山地、山坡及溪边杂木林中
10	白花龙	<i>S. faberi</i>	皖、鄂、苏、浙、湘、赣、台	海拔 100~600 m 低山区和丘陵地灌丛中
11	台湾安息香	<i>S. formosanus</i>	皖、赣、湘、桂、闽、浙、台	海拔 500~1 300 m 的丘陵地或山地灌木丛中
12	大花野茉莉	<i>S. grandiflorus</i>	藏、滇、黔、桂、粤、台	海拔 1 000~2 100 m 疏林中
13	厚叶安息香	<i>S. hainanensis</i>	粤、琼	海拔 500~1 000 m 的杂木林中
14	老鸱铃	<i>S. hemsleyanus</i>	川南、黔、陕、鄂、湘、豫	海拔 1 000~2 000 m 的向阳坡、疏林中、林缘或灌木丛中
15	墨泡	<i>S. huanus</i>	川	海拔 1 200~2 700 m 林中
16	野茉莉	<i>S. japonicus</i>	滇、桂、粤	海拔 400~1 804 m 的林中
17	楚雄安息香	<i>S. limprichtii</i>	滇、川	海拔 1 700~2 400 m 干旱山坡的稀树草原上
18	禄春安息香	<i>S. macranthus</i>	滇、桂	海拔 2 000~2 500 m 的山坡和山谷林中
19	大果安息香	<i>S. macrocarpus</i>	湘、粤	海拔 500~850 m 山谷密林中
20	玉铃花	<i>S. obassia</i>	辽、鲁、皖、浙、赣、鄂	海拔 700~1 500 m 的林中
21	芬芳安息香	<i>S. odoratissimus</i>	皖、鄂、苏、浙、湘、赣、闽	海拔 600~1 600 m 的阴湿山谷、山坡疏林中
22	瓦山安息香	<i>S. perkinsiae</i>	滇、川	海拔 500~2 500 m 的山坡、湿润常绿阔叶林中
23	粉花安息香	<i>S. roseus</i>	藏、滇、川、鄂、黔、陕西南	海拔 1 000~2 300 m 疏林中
24	皱叶安息香	<i>S. rugosus</i>	滇	海拔 1 000~1 500 m 林中
25	齿叶安息香	<i>S. serrulatus</i>	藏、滇、桂、粤	海拔 500~1 700 m 疏林下或林缘潮湿处
26	栓叶安息香	<i>S. suberi folius</i>	长江流域以南各省区	海拔 100~3 000 m 山地、丘陵地常绿阔叶林中
27	裂叶安息香	<i>S. supaii</i>	粤、湘	海拔 300~900 m 疏林下或林缘
28	越南安息香	<i>S. tonkinensis</i>	滇、黔、桂、粤、闽、湘、赣	海拔 100~2 000 m 的山坡或山谷、疏林中或林缘
29	小叶安息香	<i>S. wilsonii</i>	川	海拔 1 300~1 700 m 林中或灌丛中
30	婺源安息香	<i>S. wuyuanensis</i>	赣、皖	海拔 500 m 以下山脚下阴湿处、水边或潮湿处
31	浙江安息香	<i>S. zhejiangensis</i>	浙	海拔 130~230 m 沟谷中常绿阔叶林中

2.4 海拔与安息香属植物的分布关系

表 2 显示安息香属植物中有 4 种分布在低海拔地区(100~750 m),具体为喙果安息香、白花龙、婺源

安息香、浙江安息香;3种(巴山安息香、滇南安息香、皱叶安息香)仅在中海拔(750~1 500 m)地区分布;2种(楚雄安息香、禄春安息香)在高海拔(1 500~3 500 m)地区分布。

而同时较为广泛分布在低、中海拔(100~1 500 m)的安息香属植物较多,有银叶安息香、灰叶安息香、中华安息香、黄果安息香、台湾安息香、厚叶安息香、大果安息香、玉铃花、芬芳安息香、齿叶安息香、裂叶安息香 11 种。

大花野茉莉、老鸱铃、墨泡、小叶安息香、粉花安息香这 5 种植物同时分布在中、高海拔(750~3 500 m)的地带。同时分布在低、中、高海拔(100~3 500 m)的安息香属植物有 6 种,具体为:赛山梅、垂珠花、野茉莉、栓叶安息香、瓦山安息香、越南安息香。在超高海拔地区(3 500 m 以上)没有安息香属植物的分布。

可见,安息香属在超高海拔上没有分布,但在低、中、高海拔高度均有分布,一半以上的物种适宜生长在低、中海拔的山地中。绝大多数的安息香属植物都分布在相对潮湿的密林或山沟中,只有老鸱铃、楚雄安息香这两种植物喜欢阳光充足的生境。

3 结 语

1)我国的安息香属植物已确定的有 31 种,均为木本,以小乔木居多。2)我国的安息香属植物的花色基本为白色,只有两种植物会出现粉色的花;3种植物的花朵为单生或双生,27 种为总状或圆锥花序,1 种兼有单朵(双朵)或花序的特征;花芳香的植物只有 8 种;除了 1 种植物的花期在秋冬,果期在春天,其余的花期都在 3—6 月,果期在 5—12 月。3)我国一半以上的安息香属植物适宜生长在低、中海拔的相对潮湿的密林或山沟中,只有老鸱铃、楚雄安息香这两种植物喜欢阳光充足的生境。玉铃花是本属种分布最北的物种,可到辽宁,其余主要分布于长江流域以南各省区,最东的到台湾,可见该属植物具有一定的热带起源的特性。

参考文献:

- [1] 高振洲,李洁宁,喻方圆. 安息香属 3 个树种苗木抗寒生理差异研究[J]. 中南林业科技大学学报,2018,38(2):36-42
- [2] 傅国林,吴初平,张晔华,等. 让浙江安息香开枝散叶[J]. 浙江林业,2018(7):30-31
- [3] 黄淑美. 安息香科的系统位置及地理分布[J]. 热带亚热带植物学报,1994(4):15-30
- [4] Fritsch P W. Phylogeny of *Styrax* based on morphological characters, with implications for biogeography and infrageneric classification[J]. System Botany,1999,24:355-378
- [5] Fritsch P W. Phylogeny and biogeography of the flowering plant genus *Styrax* (*Styracaceae*) based on chloroplast DNA restriction sites and DNA sequences of the internal transcribed spacer region[J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2001,19:387-408
- [6] Fritsch P W. New species and taxonomic changes in *Styrax* (*Styracaceae*) from South America[J]. Novon,2004,14(1):43-57
- [7] Fritsch P W. A new species of *Styrax* (*Styracaceae*) from Southern Mexico[J]. Novon,2005,15(3):421-424
- [8] Fritsch P W. Two new species of *Syrax* (*Styracaceae*) from South America[J]. Novon A Journal for Botanical Nomenclature,2015,24(1):21-25
- [9] Fritsch P W, Cruz B C, Simison W B, et al. Early phylogenetic divergence of gynodioecious species warrants the recognition of subseries in *Styrax* series *valvatae*[J]. Systematic Botany,2015,40(4):66-71
- [10] Fritsch P W. A new species of *Styrax* (*Styracaceae*) from Peru[J]. Novon A Journal for Botanical Nomenclature, 2017,25(3):282-285
- [11] 柳新红,雷祖培,陈征海,等. 浙江安息香属一新记录种:越南安息香[J]. 浙江农林大学学报,2012,29(2):319-320
- [12] 曲式曾,王开运. 安息香属一新种[J]. 植物研究,1989(1):27-28
- [13] 戴蕃璠. 安息香科植物在我国西南地区的地理分布[J]. 西南师范学院学报(自然科学版),1980(1):59-66
- [14] 董东平. 河南安息香属植物种群特征及应用研究[J]. 安徽农业科学,2007(17):5160-5161
- [15] 张程,彭重华,刘晖,等. 湘西北长果安息香种群数量与分布格局[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2011,37(6):615-620

- [16] 张程. 湖南安息香科植物资源及园林应用研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2011
- [17] 张程. 中国安息香科植物种质资源及研究进展[J]. 江西林业科技,2010(6):42-47
- [18] 诸葛菲,陈鑫,臧巧路,等. 垂珠花组织培养技术初探[J]. 分子植物育种,2018,16(11):3656-3660
- [19] 张琦,臧巧路,林新春. 赛山梅组培快繁技术初探[J]. 浙江林业科技,2017,37(1):51-54
- [20] 石从广,高燕会,柳新红,等. 3种安息香属植物的根尖染色体核型分析[J]. 浙江林业科技,2017,37(3):23-27
- [21] 梁文斌,赵丽娟,李家湘,等. 湖南安息香属植物的叶片比较解剖学研究[J]. 植物研究,2014,34(2):148-158
- [22] 田径,喻勋林,李家湘. 湖南安息香属植物叶片脉序特征及其分类学意义[J]. 中南林业科技大学学报,2010,30(1):101-104
- [23] 张亚梅,张普照. 瓦山安息香树皮的化学成分研究(II)[J]. 安徽农业科学,2015,43(35):217-219
- [24] 王峰,鄢琼芳,华会明. 安息香属植物化学成分及药理作用研究进展[J]. 广东药学院学报,2009,25(5):541-545.
- [25] 何志恒. 禄春安息香种子和攀援孔药花全草的化学成分研究[D]. 成都:中国科学院研究生院(成都生物研究所),2006
- [26] 王敏,徐永星,余裕龙,等. 浙江安息香种群现状调查与保护利用探讨[J]. 浙江林业科技,2011,31(5):54-56

(责任编辑:谭彩霞)

(上接第 28 页)

3 结 语

本文采用 Pro-E 软件对某型大功率 LED 灯具进行了建模仿真,运用流体仿真技术对其进行散热性能评估,并依照分析结果合理设置试样灯具测试点,进行实际工况测试。测试结果表明,仿真分析接近实际,该灯具 LED 芯片布局合理,散热器设计符合实际要求。可见,流体热仿真技术加入到新产品研发设计中,可加快产品开发速度,减小产品试制成本,缩短产品设计周期。

参考文献:

- [1] 刘小凤. 关于大功率 LED 散热技术分析[J]. 电子世界,2018(10):145-146
- [2] 张欣. 大功率 LED 阵列散热技术分析研究[D]. 杭州:浙江工业大学,2013
- [3] 韩娜,崔国民,马尚策,等. 基于组合参数分析的 LED 散热结构优化研究[J]. 电子元件与材料,2017,36(5):49-54
- [4] 田传军,张希艳,邹军,等. 温度对大功率 LED 照明系统光电参数的影响[J]. 发光学报,2010(1):15-21
- [5] 罗康,李欣. 基于增强现实技术的产品三维展示的实现[J]. 金陵科技学院学报,2019,35(1):6-10

(责任编辑:谭彩霞)