

## 杭州园林植物冻害调查与分析

刘 锦, 王 挺, 章银柯

(杭州植物园, 浙江 杭州 310013)

**摘要:** 2016年1月23–25日, 浙江省杭州市连续3 d最低温-8~-9℃, 许多园林植物遭受不同程度冻害。于2016年2月上中旬、2016年4月下旬至5月下旬对杭州植物园、西湖景区公园、部分街道绿化及住宅小区园林植物进行调查, 并对其受冻害情况及其冻后养护恢复情况进行调查分析。结果表明, 共有19科34属41种园林植物遭受不同程度的冻害, 其中约83%为引种植物; 66%的植物冻害等级为轻度或中度, 不需人为干预或适度修剪就能恢复正常生长; 27%的植物冻害等级为重度, 长势明显趋弱; 7%的植物出现受冻死亡的现象。建议在森林城市建设中, 植物的引种遵循科学规律, 重视驯化, 尽量选用乡土植物与外来植物相搭配的配置方式, 加强日常管护, 降低低温逆境胁迫对园林植物的影响。

**关键词:** 杭州; 园林植物; 极端低温; 冻害; 调查

**中图分类号:** S684      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-3776 (2017) 05-0082-05

## Investigation and Analysis on Cold Injury of Garden Plants in Hangzhou

LIU Jin, WANG Ting, ZHANG Yin-ke

(Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou 310013, China)

**Abstract:** From January 23rd to 25th in 2016, Hangzhou of Zhejiang province experienced three consecutive days of the lowest temperature -8-9℃, and many garden plants were suffered varying degrees of cold injuries. Investigations were carried out on garden plants at Hangzhou Botanical Garden, parks in the West Lake scenic area, part of streets and residential areas in middle February 2016 and late April to late May of the same year. The results showed that 41 species of 34 genera and 19 families were injured by the cold weather, among them, 83% were introduced species. About 66% species were injured slight or moderate, and recovered by pruning or even without any operation. 27% species were severely damaged, and their growth turned weaker obviously. 7% species were died. Suggestions were put forward for better growth of garden plants such as less introduction, more domestication and much more local species for distribution and better management.

**Key words:** Hangzhou; garden plants; extremely cold weather; cold injury; investigation

近年来, 随着浙江省杭州市森林城市建设的需要, 为增加城市绿化美化等功能效果, 大量省内外的园林植物被引种, 其中不少为南方树种。受全球气候变暖的影响, 多数引种植物在杭州生长适应良好, 低温对其造成的影响及危害也未受到过多关注。但2016年1月杭州市30 a一遇的极寒天气, 对植物尤其对未进入休眠期的园林植物造成了严重影响, 出现萎蔫、组织变色、干枯甚至死亡等不同程度的冻害, 经济及景观价值受损严重。

收稿日期: 2017-03-28; 修回日期: 2017-08-06

基金项目: 国家自然科学基金青年项目 (51408172)

作者简介: 刘锦, 工程师, 硕士研究生, 从事有害生物防控、物种保育等研究; E-mail: 49976722@qq.com。通信作者: 章银柯, 高级工程师, 博士研究生, 从事城市园林绿地生态功能及古树名木保护复壮方面的研究和实践; E-mail: zyk1524@163.com。

国外气象学界普遍认为, 随着全球气候变暖, 拉尼娜与厄尔尼诺现象越来越频繁, 冷冬和暖夏现象将会频繁交替发生<sup>[1]</sup>。为“发展城市森林, 建设森林浙江”提供植物引种参考, 更好地掌握杭州城市园林植物受冻害情况, 对遭受低温气候条件影响的园林植物及其冻后养护恢复情况做初步调查分析。

1 极寒天气概况

杭州市位于浙江北部, 中国东南沿海, 亚热带北缘季风区, 四季分明, 雨量充沛。年平均气温 17.8℃, 平均相对湿度 70.3%, 年降水量 1 454 mm, 年日照时数 1 765 h。118°21′~120°30′E, 29°11′~30°33′N。1 月受极地大陆冷性高压控制, 盛行偏北风, 是全年最寒冷、最干燥月份, 月平均气温 3~8℃, 最低温-3~-5℃; 7-8 月受副热带高压控制, 降水量较前期减少, 进入高温伏旱季节, 月平均气温 24~28℃, 最高温度 38~40℃。2016 年 1 月 23-25 日杭州连续 3 d 最低气温-8~-9℃<sup>[2]</sup>, 接近杭州市的历史极值, 西湖景区及部分山区最低气温更是达到-11~-12℃。

2 调查范围和方法

2.1 调查地点与调查对象

调查以杭州植物园内的露地栽培植物为主, 还有杭州花圃、柳浪闻莺、太子湾等景区公园, 北山街、体育场路、玉古路、机场路等街道绿化带及翠苑三区、金秋花园、曙光之城等住宅小区的园林植物。

2.2 调查时间

调查分两个阶段进行: 第一阶段 2016 年 2 月上中旬确定受冻害植物的种类; 第二阶段 2016 年 4 月下旬至 5 月下旬调查受冻后植株的恢复情况, 确定受害等级。

2.3 调查方法

实地普查记录受冻植物的种类、防寒措施、受害特点, 并做标记定期观测其受冻后的春季萌发情况。根据植物受冻症状及其春季萌芽恢复情况, 参考相关研究资料, 制定以下冻害等级划分方法<sup>[3-4]</sup>, 详见表 1。

表 1 杭州常见园林植物冻害等级划分方法  
Table 1 Grade for cold injury of garden plants in Hangzhou

冻害等级	受冻症状
未受冻害	基本无冻害, 或有少许植株顶芽受害
轻度冻害	部分叶片受冻后变色、枯萎或卷曲, 春季新叶萌发良好, 生长正常
中度冻害	地上部分叶片大面积或全部枯萎、死亡, 部分枝条受冻后死亡; 春季多数枝条新叶萌发良好, 枯死枝条经修剪后, 整体生长正常
严重冻害	地上部分整株枝、叶枯萎死亡, 春季仅主干及根部有新叶萌发, 长势趋弱
极度冻害	整株死亡

3 调查结果与分析

3.1 调查结果

第一阶段调查发现, 由于天气预报及时, 可能会遭受冻害的园林植物已被临时性的保护。如樟 *Cinnamomum camphora*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 苦槠 *Castanopsis sclerophylla*, 枫香树 *Liquidambar formosana*, 糙叶树 *Aphananthe aspera*, 北美红杉 *Sequoia sempervirens*, 苏铁 *Cycas revoluta*, 任豆 *Zenia insignis*, 龙牙花 *Erythrina corallodendron*, 蒲葵 *Livistona chinensis*, 丝葵 *Washingtonia filifera* 及多数草本植物等, 采取的保温措施包括搭建小型塑料保温棚, 或主干包裹草绳、棉毯、草垫等。

经调查, 2016 年冬季杭州共有 19 科 34 属 41 种园林植物遭受不同程度的冻害, 其中 3 种植物出现死亡现象。详见表 2。

表2 2016年杭州园林植物受冻害状况及保温措施  
Table 2 Cold injury and protection measures of garden plants in Hangzhou in the winter of 2016

序号	植物名称	拉丁名	性状	冻害等级	保温措施
1	闽楠	<i>Phoebe bournei</i>	木本	轻度冻害	小型塑料棚
2	中华杜英	<i>Elaeocarpus chinensis</i>	木本	轻度冻害	
3	瑞木	<i>Corylopsis multiflora</i>	木本	轻度冻害	
4	猴欢喜	<i>Sloanea sinensis</i>	木本	轻度冻害	
5	黑壳楠	<i>Lindera megaphylla</i>	木本	轻度冻害	
6	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	木本	轻度冻害	
7	山玉兰	<i>Lirianthe delavayi</i>	木本	轻度冻害	
8	秃瓣杜英	<i>Elaeocar pusglabripetalus</i> var. <i>glabripetalus</i>	木本	轻度冻害	
9	金柑	<i>Fortunella japonica</i>	木本	轻度冻害	
10	绿冬青	<i>Ilex viridis</i>	木本	轻度冻害	
11	薄叶润楠	<i>Machilus leptophylla</i>	木本	轻度冻害	
12	细柄蕈树	<i>Altingia gracilipes</i>	木本	轻度冻害	
13	香叶树	<i>Lindera communis</i>	木本	轻度冻害	
14	杨梅	<i>Myrica rubra</i>	木本	轻度冻害	
15	硕苞蔷薇	<i>Rosa bracteata</i>	木本	轻度冻害	
16	蒲葵	<i>Livistona chinensis</i>	木本	轻度冻害	小型塑料棚
17	樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	木本	中度冻害	
18	三角槭	<i>Acer buergerianum</i>	木本	中度冻害	
19	大叶桂樱	<i>Laurocera suszippeliana</i>	木本	中度冻害	
20	肥吉果	<i>Acca sellowiana</i>	木本	中度冻害	
21	红豆树	<i>Ormosia hosiei</i>	木本	中度冻害	
22	刨花润楠	<i>Machilu spauhoi</i>	木本	中度冻害	
23	凤尾竹	<i>Bambusa multiplex</i> cv. Fernleaf	木本	中度冻害	
24	孝顺竹	<i>B.multiplex</i>	木本	中度冻害	
25	小琴丝竹	<i>B.multiplex</i> cv. Alphonse-Karr	木本	中度冻害	
26	苏铁	<i>Cycas revoluta</i>	木本	中度冻害	
27	浓香茉莉	<i>Jasminumo doratissimum</i>	木本	中度冻害	
28	海滨木槿	<i>Hibiscus hamabo</i>	木本	严重冻害	小型塑料棚
29	越南油茶	<i>Camellia drupifera</i>	木本	严重冻害	
30	建润楠	<i>Machilus oreophila</i>	木本	严重冻害	
31	小果山龙眼	<i>Helicia cochinchinensis</i>	木本	严重冻害	
32	任豆	<i>Zeniainsignis</i>	木本	严重冻害	
33	酸橙	<i>Citrus aurantium</i>	木本	严重冻害	
34	甜橙	<i>C.sinensis</i>	木本	严重冻害	
35	笔罗子	<i>Meliosma rigida</i>	木本	严重冻害	
36	常山胡柚	<i>C.Changshan-huyou</i>	木本	严重冻害	
37	柚	<i>C.maxima</i>	木本	严重冻害	
38	龙牙花	<i>Erythrina corallodendron</i>	木本	严重冻害	
39	白花满山红	<i>Rhododendron mariesii</i> f. <i>albescens</i>	木本	极度冻害	
40	福建莲座蕨	<i>Angiopteris fokiensis</i>	草本	极度冻害	小型塑料棚
41	虎舌红	<i>Ardisia mamillata</i>	草本	极度冻害	小型塑料棚

第二阶段调查发现,受轻度冻害的植物春季恢复良好,中度的春季恢复稍缓,枯死枝对树形及景观有一定影响;部分高大乔木有较大枯死枝条,存在一定安全隐患。中度受冻植物中以凤尾竹、孝顺竹等丛生竹类恢复最为缓慢,5月下旬至6月上旬方有新芽萌发。严重冻害植物,仅主干及根部有新叶萌发,树形严重受损,任豆、建润楠等植株上发现小蠹虫为害。

3.2 调查结果分析

3.2.1 低温是植物遭受冻害的直接原因 据气象资料显示,2016年1月气温起伏很大,1月1-17日最低气温均在0℃以上,最高气温达18℃,18-22日最低气温0~3℃,23-25日突然降至-8~-9℃,部分区域最低气温-11~-12℃<sup>[2]</sup>。近年来杭州市一直暖冬,这次短时大幅降温,植物缺乏低温前的适应锻炼,是导致41种园林植物发生冻害的直接原因。低温不仅造成外来引种植物的冻害,部分本土树种也未能幸免,樟、薄叶润楠、女贞、杨梅、三角槭、硕苞蔷薇、刨花润楠等约占受冻害植物种类的17%;西湖景区气温较城区更低,因此比城市道

路绿化带及住宅小区的冻害更为严重。

3.2.2 植物自身特性及生存环境决定了其冻害程度 低温是限制园林植物分布和引种的重要环境因素,植物抗低温能力受其自身基因的控制,但同时又具有一定的可塑性<sup>[5]</sup>。此次遭受冻害的 41 种园林植物中,约 83%为外来引种植物;66%为轻度或中度冻害,27%的为重度,另有 7%的出现死亡的现象。杭州乡土树种受冻害程度均在中度以下,如女贞、薄叶润楠、杨梅、硕苞蔷薇、樟等,樟为杭州市树,受冻面积及影响最为广泛,西湖景区部分古樟的受冻情况较低龄樟为重;浙江省内引种的植物,经多年驯化,抗寒能力有所增强,受冻害程度多为轻度和中度,如闽楠、中华杜英、黑壳楠、猴欢喜、香叶树等,但也有部分种类遭遇重度或极度冻害,如海滨木槿、建润楠、小果山龙眼、任豆、笔罗子、白花满山红等;浙江以南省份引入的园林植物,以往可以顺利越冬,但这次极寒天气下遭受不同程度冻害,如山玉兰、金柑、凤尾竹、孝顺竹、越南油茶等。冬季在小型塑料温棚的保护下可顺利越冬,但极寒天气同等保温条件下却出现部分死亡的现象,如福建莲座蕨、虎舌红等<sup>[6]</sup>(见表 3)。

表 3 2016 年杭州园林植物受冻情况  
Table 3 Cold injury of garden plants in Hangzhou in the winter of 2016

序号	物种来源	受冻害程度			
		轻度冻害	中度冻害	重度冻害	极度冻害
1	乡土树种	女贞、薄叶润楠、杨梅、硕苞蔷薇	樟、三角槭、刨花润楠	/	/
2	浙江引种	闽楠、中华杜英、黑壳楠、猴欢喜、香叶树、秃瓣杜英、绿冬青、细柄蕈树	大叶桂樱、红豆树	海滨木槿、建润楠、小果山龙眼、笔罗子、酸橙、甜橙、柚、常山胡柚	白花满江红
3	省外引种	山玉兰、蒲葵、金柑、瑞木	凤尾竹、孝顺竹、小琴丝竹、苏铁	越南油茶、任木	福建莲座蕨、虎舌红
4	国外引种	/	肥吉果、浓香茉莉	龙牙花	

3.2.3 受冻害程度存在个体差异 植物的抗冻能力除与基因、驯化等因素有关外,还与其自身发育时期及生长状况等有关<sup>[7]</sup>。在极寒天气到来前,杭州植物园内同一区域同一规格同一来源的虎舌红集中采取小型塑料棚保温措施,极寒天气后部分植株死亡,剩余的未发现明显受冻症状,由此可见,抗冻能力存在个体差异。

3.2.4 采取防冻害措施可降低植株的冻害等级 植物的受害程度与抗寒措施有关。低温天气来临前给植株加以保护可减轻植株受冻害程度,如蒲葵、苏铁、龙牙花、任木等。加以防冻保护的苏铁比未加保护的苏铁受冻更轻,在主城区道路两侧绿化带表现得尤为明显。杭州植物园的蒲葵、福建莲座蕨以往冬季在小型塑料棚的防护下均能顺利越冬,但这次蒲葵出现轻度冻害,福建莲座蕨则受冻死亡。可见保温措施能在一定范围内保护植物,并不能避免低温冻害给植物带来的影响。搭建小型塑料保温棚,主干包裹草绳、棉毯、草垫等常用的防冻保温措施对草本、灌木、小乔木有较好的效果。

4 建议

4.1 加强植物引种驯化与配置

杭州是著名的园林城市,为体现杭州的园林艺术,引入了不同园林植物。在开展引种工作时,尊重科学规律和植物的生态习性,尽量从气候条件相似的地区引种,同时加强杭州乡土树种的开发及推广力度,外来植物一定要经过本土驯化,完成一定量的生长周期,方可大面积推广种植。还可开展园林植物耐寒单株的优选工作,筛选出抗寒性强的优良单株进行无性扩繁,构建此种植物的抗寒无性系<sup>[5]</sup>。在植物配置时,尽量选用乡土植物与外来植物相搭配的配置方式,提高物种的成活率及整体应对极端天气的能力,降低低温逆境对园林植物的影响。

4.2 强化日常养护管理

本次极端低温天气是对杭州市园林植物的一次考验,也为应对此类极端天气及受冻植株的保育工作积累了经验。今后进一步加强园林植物的巡查及养护管理,发现病弱植株及不利环境因素及时处理,增强植株树势提

高抗逆能力；了解植物的抗寒特性，冬季对抗寒能力弱的物种进行有针对性的保护，同时做好应急预案，及时应对突发的天气变化，根据植物抗寒能力确定防寒保护的范围和力度，确保植物顺利越冬。进一步深入研究高大乔木的抗寒保护，尤其针对古树名木等重点植株的有效保护。

对于受到重度冻害的植株,加强观察,根据不同情况区别对待。修剪枯死主干时,根据其受害程度及恢复情况逐步修剪,帮助新芽更好地萌发,避免修剪过度。极端低温天气对次生病虫害的发生极为有利<sup>[8]</sup>,尽快处理枯死、衰弱枝干,减少虫源。针对受冻树种,要坚持“预防为主,科学防控”的原则,有针对性地监测可能发生的病虫害种类及时防控。

## 参考文献:

- [1] 薛建辉, 胡海波. 冰雪灾害对森林生态系统的影响与减灾对策[J]. 林业科学, 2008, 44 (4): 1-2.
- [2] 天气网. 杭州 1 月份历史天气[EB/OL]. <http://lishi.tianqi.com/hangzhou/201601.html>. 2017-09-27.
- [3] 孙宜, 郭翎, 孙健雄, 等. 2010 年春季北京市园林植物受冻害调查与分析[J]. 现代园林, 2011 (07): 56-61.
- [4] 王亮成, 王绪斌, 谢桃结, 等. 柳州市园林植物冻害调查及对策研究[J]. 广西科学院学报, 2009, 25 (1): 38-41, 45.
- [5] 宋杰, 李树发, 陆琳, 等. 2013-2014 年冬春昆明主要园林植物冻害调查分析[J]. 西南林业大学学报, 2015, 35 (3): 102-106.
- [6] 方云亿. 浙江植物志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992.
- [7] 徐呈祥. 提高植物抗寒性的机理研究进展[J]. 生态学报, 2012, 32 (24): 7966-7980.
- [8] 骆有庆. 对南方雨雪冰冻灾区次生性林木病虫害防控的几点思考[J]. 林业科学, 2008, 44 (6): 4-5.

\*\*\*\*\*

## 《浙江林业科技》2018 年继续征订

《浙江林业科技》杂志为国内外公开发行的综合性林业科技期刊，是“全国中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”，也被《中国科技论文统计源期刊》、《中国科技期刊精品数据库》、《中国科技期刊全文数据库》、《中国科学引文数据库》、《中国核心期刊（遴选）数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》等收录。

《浙江林业科技》主要报道国内外有关育苗、造林、森林经营、森林保护、森林生态、林产加工、林业经济、林业机械及森林多种效益经营与开发等方面的研究新成果、新技术、新经验、新动向及新信息。主要栏目有：研究报告、研究简报、实用技术、综述专论、林业信息等，适合于广大从事林业生产、科研、设计、经营、教学和管理等各类人员阅读参考。

1972 年创刊, 双月刊, 国内外公开发行, 国际标准大 16 开 80 页; 国内定价 10.00 元/册, 全年 60 元。国内刊号: CN 33-1112/S, 国际刊号: ISSN 1001-3776。

需订阅者请直接与本编辑部联系。订费可邮汇至本刊编辑部或由银行信汇至浙江省林业科学研究院。

开户银行：农行杭州留下支行      户名：浙江省林业科学研究院

账号: 19020201040003063      地址: 杭州市留下 留和路 399 号 浙江省林业科学研究院

邮编: 310023                      电话(传真): 0571-87798221

E-mail: zjfa@mail.hz.zj.cn      投稿网址: <http://zjlykj.paperopen.com/>