



深圳园林防台风 策略研究

SHENZHEN YUANLIN
FANGTAIFENG CELUE YANJIU

朱伟华 丁少江 主编

中国林业出版社

深圳园林防台风 策略研究

SHENZHEN YUANLIN
FANGTAIFENG CELUE YANJIU

朱伟华 丁少江 主编

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

深圳园林防台风策略研究 / 朱伟华, 丁少江主编. —北京: 中国林业出版社, 2008.8

ISBN 978-7-5038-5280-0

I. 深... II. ①朱...②丁... III. 园林植物 - 台风 - 灾害防治 - 研究 - 深圳市 IV. S424

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 109891 号

出 版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)

网 址: www.cfph.com.cn

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话: (010) 66187584

发 行: 新华书店北京发行所

印 刷: 北京昌平百善印刷厂

版 次: 2008 年 10 月第 1 版

印 次: 2008 年 10 月第 1 次

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 6.5 插页: 16 面

字 数: 160 千字

定 价: 48.00 元

深圳园林防台风策略研究

朱伟华 丁少江 主编

中国林业出版社

《深圳园林防台风策略研究》编辑委员会

主 编：朱伟华 丁少江

副主编：欧阳底梅 吴显坤

编写人员：朱伟华 丁少江 欧阳底梅 吴显坤

李其章 宋丽萍 蒋 翊

内容简介

台风是发生在热带海洋上空的一种具有暖心结构的强烈气旋性涡流，历年来，它对深圳等沿海城市绿地园林景观造成严重的破坏，并带来巨大的经济损失。同时，树木的倒伏和折断也给人民生命财产安全带来严重的威胁。本书通过研究台风对树木作用的机理及影响树种抗风能力的因素，为制定深圳市城市园林防台风的减灾防灾策略提供科学的理论依据。

本书在对深圳 340 多条道路行道树及道路绿地 51 个样方等园林绿地植物资源进行调查的基础上，结合历次台风灾害对城市绿地造成损失情况的分析，首次提出风害度指数的概念对城市园林绿化树种的受台风灾害程度进行评估，依据风害度指数将深圳常见 49 种园林乔木树种分为 3 个受害等级；通过台风风压对行道树力学作用机理的研究，分析出树木风折、倒伏的原因，提出护树设施的优化措施；首次采用数量分析法对树种的抗风能力进行分析研究，对深圳 13 种常见行道树的 21 个性状采用 5 种不同的聚类方法和主成分分析法进行分析研究；通过逐步回归法和强制引入回归法建立了以树种性状为自变量，以风害度指数为因变量的回归模型，预测研究树种的抗风能力。在上述研究的基础上，提出深圳市城市绿地防台风的防灾减灾策略。

全书内容翔实，具有较强的实用性和针对性，适合园林工作者及农林院校师生阅读。

前 言

深圳经济特区地处南海之滨，依山傍海，地理位置和气候条件优越，发展国际性海滨生态园林城市得天独厚。改革开放三十年，特区政府一直重视城市的规划、建设和管理以及对自然生态环境的保护。深圳城市园林绿化建设取得了长足的进步，先后获得“国家园林城市”、“全国绿化先进城市”、“国家环境保护模范城市”、“国际花园城市”、创建“国家生态园林城市”示范市等荣誉。

但是，地处沿海的深圳在夏秋季常受台风袭击，园林绿地因此遭受严重破坏，这对城市园林绿化建设事业的健康发展形成巨大的威胁。1949~2000年，有182次台风对深圳市造成直接或间接灾害。台风对城市绿地的破坏性具体包括：（1）安全威胁：树枝倾倒、折断造成行人、车辆被砸伤，人民生命财产安全受到威胁；折断树枝有时破坏供电、电信等线路，造成安全隐患；倒树堵塞交通，影响救灾工作和市民生活。（2）经济损失。（3）景观破坏：大树折断、死亡等造成的绿地景观破坏，短期内无法恢复，难以用金钱衡量。2006年在粤西登陆的台风“派比安”就使深圳城市道路绿地30科82种共16708株树木受损。

当前国内外对防护林的营造、管理、功能和效益等方面技术研究已经相当成熟，但是对城市绿地防台风减灾防灾策略的研究尚处于探索起步阶段。城市绿地防台风的减灾防灾研究主要集中在4个方面：一是研究台风的特点，包括路径、大小和方向；二是树种的抗风能力；三是地形地貌等环境因素对灾害的影响；四是合理的栽培管理措施。

2000年，深圳市城市绿化管理处“深圳城市园林防台风的减灾防灾策略研究”课题正式立项。力求全面、深入、系统地研究深圳市城市绿地常用树种的抗风能力和影响台风灾害的关键因素，提出科学的防台风的减灾防灾策略。

本书是多年城市园林绿化防台风工作实践和科研成果的总结，期望能为深圳及其他沿海城市的园林防台风工作尽微薄之力。错误和遗漏之处难免，敬请批评指正。

作者
2008年5月

目 录

前 言

第 1 章 台风灾害及国内外园林防台风研究进展	(1)
1 台风灾害	(1)
1.1 台风的概念及其等级	(1)
1.2 登陆我国的台风时空分布	(2)
1.2.1 台风的空间分布	(2)
1.2.2 台风的时间分布	(3)
1.3 台风灾害	(3)
1.3.1 近年来台风对我国沿海城市绿地造成的灾害	(3)
1.3.2 城市绿地台风灾害及灾害因素分析	(5)
2 国内外园林防台风研究进展	(6)
2.1 国外研究	(6)
2.2 国内研究	(8)
2.2.1 城市绿地防台风的减灾防灾研究	(8)
2.2.2 大风对树木作用机理研究	(9)
2.2.3 防护林研究	(9)
2.2.4 其他	(11)
3 城市园林绿地防台风研究具有重要的意义	(11)
第 2 章 深圳城市道路绿地植被研究	(13)
1 研究内容与方法	(13)
1.1 研究内容	(13)
1.2 研究方法	(13)
1.2.1 样地调查	(13)
1.2.2 资料分析及数据处理	(13)
2 深圳市城市道路绿地植被研究	(14)
2.1 自然概况	(14)
2.2 深圳市城市园林绿化概况	(15)
2.3 深圳市城市道路绿地植被组成分析	(16)
2.3.1 样地基本情况	(16)
2.3.2 乔木树种组成分析	(18)
2.3.3 灌木树种组成分析	(21)
2.3.4 草坪及地被组成分析	(24)

3 小节与讨论	(27)
第3章 深圳城市绿地台风灾害调查研究	(29)
1 研究内容与方法	(29)
1.1 研究内容	(29)
1.2 研究方法	(29)
2 深圳市台风“派比安”风害调查研究	(29)
2.1 台风降雨及大风情况	(30)
2.1.1 台风降雨情况	(30)
2.1.2 台风风场分布	(30)
2.2 台风对各部门的影响	(33)
2.3 台风对深圳城市园林绿地的影响	(34)
2.3.1 台风对公园绿地的影响	(34)
2.3.2 台风对道路绿地的影响	(36)
2.3.3 城市道路绿地乔木树种在台风中的受害程度	(46)
3 台风“榴莲”和“尤特”对深圳城市道路绿地的影响	(48)
3.1 台风“榴莲”对城市道路绿地的影响	(48)
3.2 台风“尤特”对城市道路绿地的影响	(50)
4 小节与讨论	(54)
4.1 小节	(54)
4.2 讨论	(55)
第4章 城市行道树风害机制初步研究	(57)
1 研究内容和方法	(57)
2 城市行道树的风害机制	(57)
2.1 风压与相对风压系数	(57)
2.1.1 风速的变化	(57)
2.1.2 风压	(58)
2.1.3 相对风压系数	(58)
2.1.4 R 值与风害度指数的线性回归分析	(60)
2.2 风对树木的作用	(61)
2.2.1 树木的风折	(61)
2.2.2 树木的倒伏	(62)
3 护树架防护机制研究	(62)
3.1 护树架技术要求	(63)
3.2 护树架结构要求	(63)
3.2.1 护树架组合形式	(63)
3.2.2 护树架结构方式	(64)
3.2.3 材料选择	(64)

4 小节与讨论	(64)
第5章 城市行道树树种抗风能力的统计分析	(66)
1 材料与方法	(66)
1.1 材料的选取	(66)
1.2 性状的选择	(66)
1.3 性状编码	(67)
1.4 性状的标准化处理	(68)
1.5 研究方法	(68)
1.5.1 聚类分析方法	(68)
1.5.2 主成分分析	(69)
1.5.3 回归分析	(69)
2 结果分析	(69)
2.1 Q型聚类	(69)
2.2 R型聚类	(70)
2.3 主成分分析	(72)
2.4 相关及回归分析	(73)
2.4.1 相关性分析	(73)
2.4.2 逐步回归 (Stepwise)	(73)
2.4.3 强制引入法 (Enter)	(75)
3 小节与讨论	(76)
第6章 深圳城市园林绿化防台风的防灾减灾策略	(77)
1 深圳市绿地植被现状	(77)
2 台风对城市绿地的破坏	(77)
3 台风对树种风害作用机理初步研究	(78)
4 数量分析法对树种抗风能力分析研究	(78)
5 影响城市绿地树种风害严重的主要因素及相应减灾对策	(79)
5.1 树种自身抗风能力	(79)
5.2 环境因素和管理措施对树木的影响	(79)
6 园林绿化防台风课题的深入研究	(80)
6.1 树种自身抗风性研究	(80)
6.2 环境对灾害影响研究	(80)
6.3 建立台风灾害防御体系	(80)
6.3.1 预报体系	(80)
6.3.2 台风灾害一般应对机制	(80)
6.3.3 台风灾害应急机制	(81)

附表

附表1 深圳市道路行道树种分布情况	(82)
-------------------------	------

附表2 深圳市城市道路绿地在台风“派比安”中的损失情况表 (85)

附表3 性状编码标准化数据表 (88)

附表4 树种性状相关阵 (89)

附表5 深圳城市绿地 14 种常用绿化树种木材物理力学性质 (90)

附表6 深圳城市园林绿化抗风树种推荐 (91)

参考文献 (93)

第 1 章

台风灾害及国内外园林防台风研究进展

1 台风灾害

自然灾害给人类带来了重大的创伤和巨额的经济损失。威胁人类生存的十大自然灾害分别为台风、地震、洪水、龙卷风、雪暴、雪崩、火山爆发、热浪、山体滑坡(泥石流)、海潮(海啸)。据统计,这 10 种自然灾害中台风是造成死亡人数之冠。

国内外的统计资料还表明,在所有的自然灾害中,风灾损失几乎与地震损失相当。风灾中引起损失最多的是热带气旋灾害,其中以台风最为严重^[1]。中国是世界上台风灾害最集中的地区,影响中国的台风的登陆地点集中在广东、海南、台湾、福建和浙江等省,同时,这些东南沿海地区也是中国人口最密集、经济最发达的区域。特别是 20 世纪 90 年代以来,随着经济的快速发展,台风损失也日益严重,台风灾害对中国带来的直接经济损失每年都在 1000 亿元人民币以上^[2]。

1.1 台风的概念及其等级

台风是发生在热带海洋上空的一种具有暖心结构的强烈气旋性涡流,其活动范围很大,常常从热带洋面侵入到中纬度地区,并伴有暴雨、巨浪和海潮,具有很大的破坏力。广义上的台风,等同于除热带低压外的热带气旋的概念。

根据中国气象局“关于实施热带气旋等级国家标准”GB/T 19201-2006 的通知,热带气旋按中心附近地面最大风速划分为 6 个等级:(1)超强台风(Super TY):底层中心附近最大平均风速 $\geq 51.0\text{m/s}$,也即 16 级或以上;(2)强台风(STY):底层中心附近最大平均风速 $41.5 \sim 50.9\text{m/s}$,也即 14~15 级;(3)台风(TY):底层中心附近最大平均风速 $32.7 \sim 41.4\text{m/s}$,也即 12~13 级;(4)强热带风暴(STS):底层中心附近最大平均风速 $24.5 \sim 32.6\text{m/s}$,也即风力 10~11 级;(5)热带风暴(TS):底层中心附近最大平均风速 $17.2 \sim 24.4\text{m/s}$,也即风力 8~9 级;(6)热带低压(TD):底层中心附近最大平均风速 $10.8 \sim 17.1\text{m/s}$,也即风力为 6~7 级。

热带气旋主要发生在赤道附近 $5 \sim 15^{\circ}\text{N}$ 的热带海洋, 包括西太平洋海域、孟加拉湾、阿拉伯海、中美洲东海岸、加勒比海、墨西哥湾、东太平洋, 140°W 以西的南太平洋和南印度洋。其中, 西北太平洋海域上生成的热带气旋, 占全球 40% 以上, 并约有 $1/4$ 会在我国登陆, 每年平均 7 个, 最多可达 12 个, 最少 3 个。

1.2 登陆我国的台风时空分布

中国是太平洋沿岸国家中(也是全世界)台风最多的国家, 在西太平洋的国家中, 登陆我国的台风平均每年 7 次左右, 占这一地区登陆台风总数的 35%, 其次是菲律宾和日本^[3]。通过对我国自 1884 ~ 1996 近 113 年的研究中, 共发生 746 次台风, 几乎每 2.25 年就发生一次特大台风灾害。登陆的峰值在 6 ~ 9 月, 台风登陆地区几乎遍布沿海, 但主要集中在浙江以南沿海, 登陆最北的地点所处纬度为 40.10°N , 平均出现在 29.10°N ^[4]。

1.2.1 台风的空间分布

陈玉林等将中国沿海分为 3 个登陆地段: I 段从广西东兴到广东饶平(包括海南岛), II 段从福建诏安到上海市, III 段为江苏沿海、辽鲁冀沿海及辽宁丹东以北。由此, 对 1949 ~ 2001 年在 3 个登陆地段登陆我国台风(指中心最大风速 $\geq 17.2\text{m/s}$ 的热带气旋, 下同)的逐月分布的分析表明在广西至广东沿海(包括海南岛)登陆的台风频数最高, 占全部登陆台风总数的半以上(60.1%), 平均每年 4.8 次。近 53 年中, 7、8、9 三个月登陆台风频数差不多, 分别占该地段登陆台风总数的 23.4%、22.2%、24.2%。53 年中, 4 月和 12 月唯一的两次登陆台风也都在广东沿岸登陆。其次是福建沿海到上海市, 占登陆台风总数的 36.3%, 平均每年 2.9 次台风登陆。江苏以北登陆台风少, 只有 7 次台风, 且只在 7、8 月出现, 其他月份无台风在此地段登陆。即从冬到夏, 台风登陆点的纬度逐渐北移, 7、8 月达到最北, 登陆点的平均纬度在 24° 左右, 9 月开始南移。台风登陆我国的地区主要集中在 $18 \sim 26^{\circ}\text{N}$, 即从海南到福建的南方各省沿海。其中最多的是 $20 \sim 24^{\circ}\text{N}$ 的广东、广西和海南。可见从广西到福建沿海各省不论是现在还是将来, 做好登陆台风的预报和防灾减灾工作, 对减少台风灾害对全国人民财产损失是非常重要的^[5]。

贺安晏在对 1949 ~ 2000 年累计首次登陆我国沿海 11 个省、市的热带气旋进行统计得出: 52 年间, 首次登陆广东的热带气旋(182.5 次)占了登陆我国热带气旋总数(477 次)的 38%。其次是海南(121 次), 占全国总数的 25%, 台湾第三(101 次), 占全国总数的 21%。而广东各城市的台风登陆情况如下: 湛江市 54.5 次; 茂名市 10.5 次; 阳江市 24.5 次; 江门市 20 次; 中山市 1 次; 广州市 1 次; 东莞市 0 次; 深圳市 18.5 次; 惠州市 10 次; 汕尾市 18.5 次; 揭阳市 10.5 次; 汕头市 12 次; 潮州市 4.5 次。登陆台风明显是粤西多于粤东。在珠海以西的粤西登陆的达 127 次, 占登陆总数的 63%, 尤其是湛江市, 登陆最多, 其次是阳江市; 深圳市以东的粤东地区的登陆台风只有 74 次, 只占登陆总数的 36%^[6]。

1.2.2 台风的时间分布

对1949~2001年期间登陆我国的台风统计研究表明,近53年共有488次台风在我国登陆,约占西北太平洋(包括南海)生成的台风总数的26.6%,平均每年登陆9.2次,登陆最多的年份是1952年和1961年,达到15次,1982年最少,仅为4次。登陆我国的达到风暴级强度的台风(指最大风速 $\geq 17.2\text{m/s}$),近53年为419次,平均每年7.9次。从登陆我国台风数的逐月分布,其趋势与西北太平洋台风分布趋势基本一致,说明西北太平洋生成台风越多,登陆我国的台风也越多。每年台风登陆我国的季节是5~11月,4月和12月各有一个登陆记录,分别出现在1991年和1974年,其他月份无台风登陆。7~9月是台风登陆高峰期,占年平均登陆总数的76.4%。8月份台风登陆强盛期,占年平均登陆总数的28.0%。与各月西北太平洋台风的发生频数相比,变化特征基本一致。对达到风暴级强度的登陆台风(最大风速 $\geq 17.2\text{m/s}$)的统计研究也表明,其季节变化特征与西北太平洋台风特征也是一致的。

登陆我国的台风数存在明显的年代际差异,20世纪50年代、60年代和80年代偏多(年平均数分别为9.7、9.7和9.4次),70年代和90年代偏少(年平均数分别为8.8和8.6次),70年代后期到80年代中期有一个较短的偏少期,80年代后期到90年代中期,登陆的台风明显偏多,特别是90年代中后期登陆台风数明显下降,而在最近的几年里登陆台风数明显减少^[5]。

1.3 台风灾害

台风,地球上最大的漩涡,是强灾害性天气系统之一。全球每年热带风暴发生80~100次,它们对人类生活产生巨大影响。平均每年约1.5万~2万人死于热带气旋灾难之中。每年给全球造成经济损失竟达60亿~70亿美元。西北太平洋是全球热带风暴活动最为频繁而强烈的区域,我国是西太平洋沿岸受台风影响最严重的国家之一,台风不仅具有发生频率高、突发性强的特点,而且具有群发性显著、影响范围广、成灾强度大等特点,这类灾害主要由台风带来的狂风、暴雨、风暴潮及其引发的灾害链所造成,不仅造成大批人员伤亡,而且对中国各经济部门都有严重的影响。

1.3.1 近年来台风对我国沿海城市绿地造成的灾害

在台风登陆过程中,城市绿地系统也受到很大的影响和破坏。以下是近年来沿海城市绿地的一些台风灾害情况。

广东是全国台风登陆最为集中的省份,每年各个城市的绿地系统都会受到台风的直接或间接影响和破坏。资料统计,“9710”号台风在1997年8月初正面袭击了深圳,造成倒伏或折断的园林树种有洋紫荆(*Bauhinia blakeana*)1830株,芒果(*Mangifera indica*)1028株,阴香(*Cinnamomum burmanii*)663株,大叶榕(*Ficus virens* var. *sublanceolata*)290株等^[7];而1999年就有4次台风在深圳市及其附近登

陆,造成直接经济损失达 651 万元,其中“9910”号台风共使 24598 株树木受损,倒伏、折断等需要更新的树木达 1683 株^[8];2001 年 4 号台风“尤特”在汕头市造成市区两万株树木被刮倒,5000 株树木被连根拔起^[9]。2003 年在广东登陆的 5 次台风中,台风“杜鹃”(0313 Dujuan)在珠三角地区普降暴雨,造成广东省 14 个城市受灾,342 人伤亡,受灾人数 1629 万,直接经济损失 24.9 亿元^[10]并造成深圳市区倒伏、折断乔木 26300 株,其中行道树、行列树 5037 株;2007 年的台风“派比安”虽然没有在深圳直接登陆,但也造成秋枫(*Bischofia javanica*)、南洋楹(*Albizia falcataria*)等几千株树木损毁。2001 年 7 月在粤东汕尾登陆的台风“尤特”,使揭东县城行行道树 4601 株中有 1440 株倒伏,折枝 729 株,总损坏率达 47.14%,风倒率高达 31.30%。其中,白兰花(*Michelia alba*)倒伏数为 94 株,折枝数为 29 株,占该种总数的 94.62%;黄槐(*Cassia surattensis*)倒伏数为 763 株,折枝数为 51 株,占该种总数的 80.75%;洋紫荆倒伏数为 155 株,折枝数为 234 株,占该种总数的 84.57%^[11]。

福建省也是台风灾害的重灾区。“9914”号台风对厦门市行道树的损坏尤为严重,城区近 3 万株行道树中受损 2.3 万株,占 75%,其中倒伏 1.3 万株,占 45%,折枝 1 万株,占 30%。其中桃花心木(*Swietenia mahagoni*)倒伏 819 株,占其总数的 86%,乌墨(*Syzygium cumini*)倒伏 333 株,占其总数的 84%,洋紫荆 2730 株,占其总数的 76%,芒果倒伏 2394 株,占其总数的 62%^[12]。

在浙江的台风灾害也非常严重。杭州地区,“8807”号台风是 56 年来袭击杭州的最大的一次台风,市区 34183 株行道树中,倒伏 3498 株(占 10.23%),有 3021 株倾斜;而西湖景区的 14244 株行道树中,有 1531 株倒伏(占 10.75%),有 1406 株倾斜。在温岭登陆的“9911”号台风造成市区 28294 株行道树中 323 株(占 1.14%)倒伏,倾斜 311 株;西湖景区行道树 13116 株中的 581 株倒伏,573 株倾斜^[13]。2004 年 14 号台风“云娜”在温岭登陆,给宁海县造成巨大的损失。受损大树(胸径>15cm)约有 304 株,小树有 2957 株,受损行道树 1500 株。2005 年台风“卡努”肆虐,宁海县城区行道树、绿化带和园林配套设施损毁严重,乔木被刮断 520 余株,行道树及绿地乔木折枝倒伏约 4165 株,经济损失近千万元。象山县也有 9929 株树木受损,其中滨海大道的香樟(*Cinnamomum camphora*)胸径 18~20cm 约有 700 株受损,女贞(*Ligustrum lucidum*)胸径 6~8cm 约有 4000 株受损,广玉兰(*Magnolia grandiflora*)有 1360 株,而杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)则有 1250 株受损,造成行道树直接经济损失超过 140 万元。2005 年在福建登陆的 5 号台风“海棠”也给台州带来一定的损失。受损行道树约 190 株,以杜英和栎树(*Koelreuteria paniculata*)倒伏最多,分别占损伤总数的 40% 和 16.84%。同年在浙江登陆的 15 号台风“卡努”使得台州市的杜英和香樟损失惨重,分别占到损伤总数得 53.80% 和 18.13%。温州市绿地的台风损失中,2004 年 14 号台风“云娜”损毁行道树 450 株,直接经济损失约 50 万元。香樟因损毁而重新补植的达 308 株,造成经济损失 10 万元。马褂

木(*Liriodendron chinense*)补植了80株。2005年5号台风“海棠”造成温州市四种主要行道树香樟、合欢(*Albizia julibrissin*)、榕树(*Ficus microcarpa*)和洋紫荆受到不同程度的伤害。香樟倒伏39株,折枝970株,占总株数的9.02%;其次是榕树,倒伏18株,折枝40株,占总数的3.93%;合欢倒伏1株,折枝51株,占总株数的11.11%;洋紫荆倒伏7株,折枝33株,占总株数的14.04%。温州乐清市在台风“云娜”的行道树损失中,柳树(*Salix babylonica*)损失最为惨重,为336株,其次是香樟和白兰花,分别是207株和113株^[14]。

山东省的台风登陆次数较少,近几年的台风中,1997年的“9711”号台风对泰安市造成一定的影响,共有约1795株树木受到包括倒伏和倾斜在内的较为严重的损害。主要街道树木中,国槐(*Sophora japonica*)倒伏119株,倾斜220株,占其被调查总数的4.73%;二球悬铃木(*Platanus × acerifolia*)倒伏34株,倾斜103株,占其被调查总数的6.28%;毛白杨(*Populus tomentosa*)倒伏69株,倾斜155株,占其被调查总数的24.67%;女贞倒伏38株,倾斜331株,占其被调查的66.13%。同时,泰安市的大部分公园绿地都有相当大的损失^[15]。

1.3.2 城市绿地台风灾害及灾害因素分析

台风对城市绿地直接和间接造成的灾害主要包括3个方面:

第一,台风对城市绿地景观造成严重破坏。这主要指折断枝干破坏树型、推倒大树造成树木死亡等方面,造成植物景观破损和残缺。由于大树和古树需要几十年甚至几百年时间的生长积累才能形成稳定的植物景观,一旦在台风中毁坏将难以在短时间内恢复,其所造成的损失难以用金钱衡量。

第二,台风带来的安全威胁。大树的倾倒和树枝的折断易砸伤行人和车辆、压坏房屋、挂断供电线路等,极大地威胁人民生命财产安全。

第三,台风造成巨大的经济损失。为避免造成长时间的道路交通阻塞,影响救灾工作和市民的正常生活,城市绿地树木的倒伏和倾斜都需要及时扶正和清理,这需要大量的人力物力和财力消耗;同时景观的恢复、损坏设施的赔偿也需要大量的资金支持。

台风作为一种自然灾害其破坏性是不可抗拒的,但是通过城市绿地灾害调查发现,除了不可抗拒的客观因素外,很多可以控制的主观因素加重了灾害的程度。这些主观因素有:树种的选择只重视景观上的美化效果,忽视树木自身的抗风能力;而在栽培管理上,缺乏应对台风灾害的特别的管理措施。如树冠在台风来临前没有得到及时修剪,树干加固措施不得当以及对树木生长环境的破坏等都会加重灾情。具体情况包括:(1)部分树种本身抗风能力差。这与其树冠形状、根系类型、冠根比、木材材性以及树龄、病虫害情况等因素有关;(2)树木移植后的恢复情况。通常小树移植后恢复较快,速生性树种移植后恢复较快。同时,有的树种在移植后根系恢复较树冠恢复慢,造成树冠庞大而根系较小头重脚轻的情况,增加了倒伏的可能性;(3)频繁的城市道路和地下管线的改造需要频繁搬迁大树,引发施工伤根、

种植穴变小等情况,使得根系的固着能力受很大影响,甚至因此破坏了根系的正常生长而致使支撑能力下降,大大降低抵御台风的能力;(4)护树设施的老化及设计缺陷。科学合理的护树设施能对树木起到较好的支撑作用,同时还不会伤害到树皮或者限制树干的生长,而老化和不合理的护树设施则会在灾害来临之时起不到应有的作用甚至会连累树木受害;(5)广告牌及其他公共设施的坠落等的外力作用使得树体受损。以上这些情况的出现,直接或间接加大了受灾的严重程度。这些问题的解决,是园林绿化建设健康发展的必然要求^[8]。

2 国内外园林防台风研究进展

关于本课题的研究,涉及的学科较多,包括与台风有关的气象灾害学、农业气象学;与木材物理力学特性有关的木材学;与大气有关的空气动力学以及林业中的防护林学、森林生态学和园林树木学等一系列相关学科,是多学科交叉综合的结果。在对国内外研究动态的讨论中,主要以与本课题关系最为密切的方面进行。

2.1 国外研究

在台风对城市绿地系统的破坏以及相应防灾减灾的研究方面,所能查到的国外文献不多,相关的研究内容主要集中在海岸防护林和农田农场防护林的营造及大风对树木的力学作用等方面。

农田防护林主要用于保护农田庄稼和牲畜、控制水土流失和阻挡流沙等作用。具体目的有如下几点:(1)增加农作物如小麦、水稻、玉米等的收成;(2)减少沙尘影响并提高园艺作物如西红柿、胡椒、土豆等的品质;(3)防止水土流失,特别在裸露的沙地或干燥的土地;(4)使降雪沿着防护林堆积在农田中,以利于灌溉;(5)为农田设施和牲畜围栏提供防风保护;(6)形成一定的景观;(7)提供野生动物的栖息场所;(8)提供如原木、果实、木材纤维这样的林产品^[16]。

前苏联是营造防护林最早的国家,从1843年起在俄罗斯和乌克兰草原地区进行了防护林的营造工作,目的是防止干旱及验证俄罗斯和乌克兰广大草原地区造林的可能性。直到1931年以后才成立了专门的研究机构(全苏农林土壤改良科学研究所),开始有系统地对受到林带保护的地段小气候因素与农业生产的关系进行了广泛的研究,取得了大量的数据,并对林带最好类型、宽度、密度、结构、带距等问题作出了一些结论^[17]。

美国是飓风多发的国家,他们在农场防护林方面也作了大量研究。对防护林的树种选择、种植方式、林带走向、网格密度、地形地貌以及生态作用等方面都作出了深入研究。James在其How Windbreaks Work中指出:防风林最有效的作用区域是其下风向防风林树高2~5倍的区域。以60%~80%种植密度的多行针叶林防风林效果最好,在5倍于防风林高度的下风区风速减少75%,15倍地区减少35%;以