

暴风雨后树木受害情况及原因剖析

吴楠

风害作为影响广泛且破坏力巨大的一种灾害，严重影响树木的正常生长，造成的倒树断枝还会毁坏公共设施和交通，甚至严重威胁到公众的生命安全。2025年6月12日17时，植物园遭遇一场短时暴风雨天气。据气象监测显示，风速小时极大值达到9.9m/s，为5级清劲风，方向东北风。在不足一小时的时间里，全园近200株树木受到不同程度的损害。本文统计了当日园区内树木的风害受损情况，包括受损范围、科属和受害程度等；并结合已有研究和近3年植物园树木风害情况，从气候、环境、树种特性和养护四个方面，分析了树木受害原因；最后在树木安全风险管理和健康养护等方面提出建议，以期通过科学管理，降低今后风害带来的损失，维护园区树木健康和平安。

1 树木受害情况概况

1.1 受害范围

共记录181株受灾树木数据，包含有引种号树木64株，无引种号树木117株。共21个园区的树木受到不同程度的损害，表1为不同园区树木的受害数量。以百花园的树木受害数量最多，为35株；受害数量次之的是在东区的万种园和天南星园，分别为29株和22株（仅4株有引种号）。

表1 不同园区树木受害数量

西园 专类园	株 数	西园 专类园	株 数	东区 专类园	株 数	园内 其他区域	株 数
百花园	35	综合二区	7	沟谷林	2	苗圃	8
万种园	29	树木园	3	蕨园	1	科研中心	5
天南星园	22	百果园	3	野生姜园	7	园外园	2
榕树园	11	名人名树园	2	樟园	1		
苏铁园	10	藤本园	2	混农林	1		
速生木材区	9	南药园	2				
百香园	8	龙脑香园	2				
能源园	8	裸子区	1				

1.2 受害树木科属

根据被子植物系统发育研究组（APG）IV系统进行分类统计。受害树木的科属及数量如表1-2所示，181株受损树木隶属36科97属108种，以豆科、桑科、樟科为主。其中豆科含16属15种，个体数量最多，共33株，占总受害株数18.2%；桑科含4属11种，共23

株，占总受害株数 12.7%；樟科含 4 属 5 种，共 13 株，占比 7.1%。

表 2 受害数排名前 10 的科

科名	属的数量	受害株数	主要树种	占比
豆科	16	33	羊蹄甲 (7) 海红豆 (4) 黑黄檀 (2) 降香 (2) 木荚豆 (2)	18.2%
桑科	4	23	野波罗蜜 (5) 构树 (4) 波罗蜜 (3) 对叶榕 (2) 等 11 种	12.7%
樟科	4	13	五桠果叶木姜子 (8)、细毛樟 (1) 等 5 种	7.1%
使君子科	2	12	千果榄仁 (5) 毗黎勒 (4) 等 4 种	6.6%
大戟科	6	11	白楸 (4) 响盒子 (1)、橡胶树 (1) 等 7 个物种	6.0%
锦葵科	5	9	吉贝 (4) 木棉 (2) 等 4 种	5.0%
夹竹桃科	7	9	狗牙花 (1) 萝芙木 (1) 等 7 种	5.0%
芸香科	3	7	山油柑 (5) 吴茱萸 (1) 等 3 种	3.9%
叶下珠科	2	7	厚叶算盘子 (5) 秋枫 (1)	3.9%
紫葳科	2	4	玫红栎铃木 (2)、金黄栎铃木 (1)、火焰树 (1)	2.2%

1.3 树木受损情况

1.3.1 受害等级分布

将树木的受害程度划分为 4 个等级，表 3 为不同受害程度的划分标准和对应的受害株数。其中，3 级（严重受害）受害株数最多，为 119 株，占比 65.7%，其中无号树木 88 株，有引种号树木 31 株（含 C 号）。该种受损程度的树木由于发生整株翻根倒伏、主干或大部分大侧枝折断等，树冠几乎损毁。2 级（中度受害）20 株，占比 11.0%。1 级（轻度受害）37 株，占比 20.4%；0 级（死树）5 株，仅占比 2.8%。

表 3 不同受害程度的株数统计

受害等级	树木受损情况	处理方式	株数	占比 (%)
轻度受害 (1)	<ul style="list-style-type: none"> - 树干: 无明显折断, 轻微倾斜 (<20°) 或树皮局部剥落 (<10% 表面积) - 枝条: 小部分细小侧枝折断 (直径<5cm, 数量<总侧枝 30%), 主枝基本完好 - 叶片: 少量破损或脱落, 树冠叶量损失<30%, 形态基本保持 - 根系: 少量外露, 无明显断裂 	树木生长受轻微影响, 观赏价值稍有降低, 清理落叶断枝, 依风险采取防护措施即可	37	20.4
中度受害 (2)	<ul style="list-style-type: none"> - 树干: 倾斜 20°-40°, 或出现纵向裂缝 (<树干高度 1/3)、大面积树皮剥落 (10%-30% 表面积) - 枝条: 较多主枝折断 (直径>10cm, 数量占主枝总数 1/3-2/3), 树冠部分坍塌 - 叶片: 大部分破损或脱落, 树冠叶量损失 30%-70%, 形态严重改变 - 根系: 部分断裂, 外露面积较大 	树木生长受严重影响, 观赏价值大幅降低, 需紧急处理与扶正, 疏枝减负促进恢复	20	11.0
重度受害 (3)	<ul style="list-style-type: none"> - 树干: 倾斜>40°, 或在 1/3 高度以下折断、严重劈裂 - 枝条: 大部分主枝和侧枝折断, 树冠完全损毁, 叶量损失>70% - 根系: 近乎全部断裂、裸露, 树木倒伏或稳定性极差 	树木存活可能性低, 已丧失观赏和生态价值, 优先消除安全隐患, 再规划后续补植或处理	119	65.7
死树 (0)	风害前已枯死的树, 风害后发生了倾倒和断枝	消除安全隐患为主	5	2.8
合计	-	-	181	100

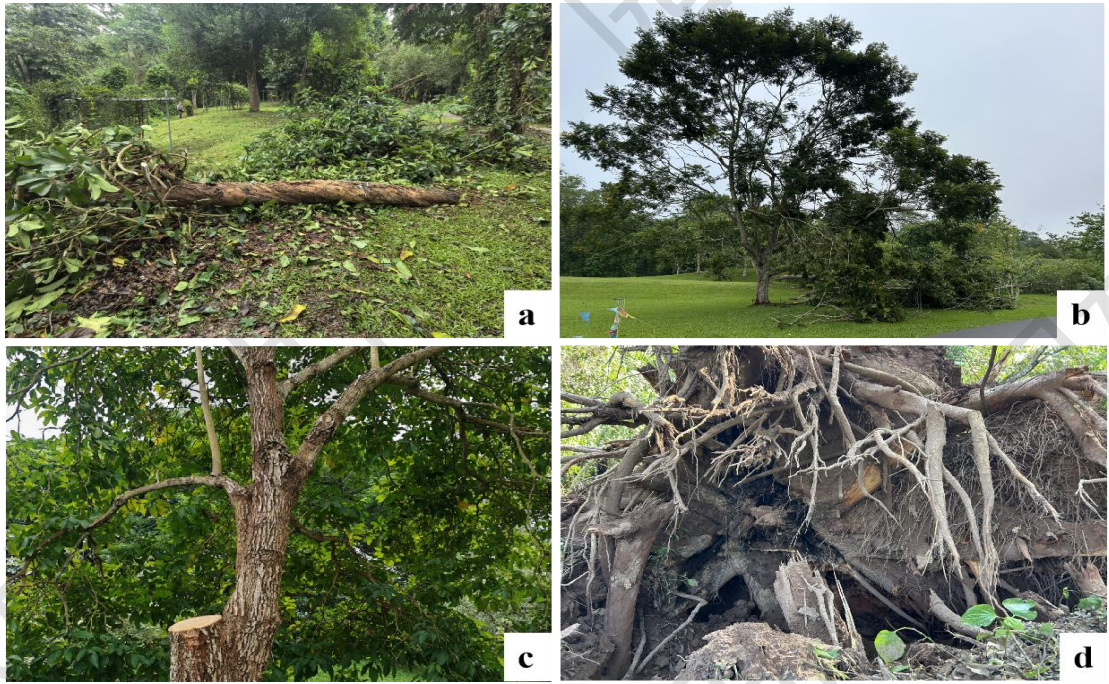


图 1 不同受害等级图示

(a.枯死的楸树; b.轻微受害的盾柱木; c.中度受害的玫红栎铃木; d.重度受害的木棉)

1.3.2 严重受害（3级）树木的分析

胸径统计：如表 1-4 所示，随着胸径逐渐增加，对应的严重受害的树木数量随之减少。严重受害的树木的胸径主要集中在区间 1-20cm 内，为 68 株，占有受害数量的 57.1%；仅 2 株受害大树的胸径超过 60cm。

表 4 严重受害树木的胸径区间及数量

胸径区间	数量(株)	占比(%)
≤20cm	68	57.1
21-40cm	41	34.5
41-60cm	8	7.8
>60cm	2	1.9
总计	119	100.0

风害后处理方式：风害发生后，因翻根倒伏的树大多无法扶正和恢复树势，已被整株清除；对于主干和大侧枝折断的大树，主要清理了断枝，未能对树上的受损伤口进行更多养护。

2 树木受害原因剖析

2.1 天气因素

暴风雨天气是导致此次大量树木倒伏断枝的直接原因。当风的作用力大于树体抵抗力和根盘固着力时，就易发生风害。西双版纳州的暴雨具有明显的季节分布特征，91.8%的暴雨出现在雨季5~10月，其中69.7%的暴雨天气伴有雷击或大风、冰雹、飏线等强对流天气(李湘云, 2009)，期间树木承受的风的作用力较平时更强。同时，随着长期降雨，也使得土壤含水量增加，紧实度下降，减弱了树木根系的锚固力，从而影响到树木的稳定性。据2022年-2024年植物园风倒树的记录显示，倒树均较为集中的发生在5-8月，这也印证了暴风雨天气对树木受害的直接影响。

2.2 环境因素

不同区域下的风力有差异，导致不同区域的树木遭受风害的程度也不同。有调查发现，林内的树木受害明显轻于林窗和开阔地的树木(朱炫熹等, 2023)，林缘迎风面树木的受害远重于林缘背风面的树木(陈恒等, 2019)。百花园有大量开阔地带，很多树木分散栽植在草坪、水体边缘和路缘，由于周围没有遮挡物，大风来袭时风力直接作用于树木，导致大量的高大乔木树枝折断甚至整株倒伏。天南星园的受害树木基本集中在同一斜坡上，受损类型主要为主干顶端折断，与之相对的斜坡则仅少量树木受害。当日主要风向为东北风，受害树木所在山坡为迎风面，因而导致更多树木受害。

不同的土壤环境也影响到树木的健康和稳定性。如生长在沙质土壤的树木更易在大风天气倒伏；不耐积水的树木生长在长期含水量较高的土壤环境下，树根易腐朽。

2.3 树木抗风能力

2.3.1 树种特性

不同树木因树种特性的差异而导致抗风能力不同。树种特性包括冠形、胸径、根系状况、分枝角度、枝条柔韧度、树势、根冠比、树冠浓密程度、木材性质等，很多常见园林植物的抗风能力的评估均以树木的形态特性为主要评估依据，并普遍得出以下结论：根系状况、根冠比、抗弯强度、顺纹抗压强度与树木抗风能力呈正相关(黄义钧等, 2020；张云飞等, 2021，董毅等, 2020)；树高、重心高度、枝下高、生长速度、分枝角叶片密度、树冠不对称性与树木抗风能力呈负相关(刘瑞雪等, 2020；张德顺等, 2024；张劲嵩等, 2021)。

此次调查中，受害树种以豆科、桑科等为主(与2022-2024年期间树木主要受害科相同)，在已有的风害调查研究中，亦有存在豆科、桑科等为受害数量较多的科的记录(叶储民等, 2025)。推测这类树种可能在上述部分树种特性中具有共同点，导致其抗风能力偏弱。如部分植物为速生树种，其木质不够坚硬，抗风折能力偏弱。不过由于同科同属的树木亦有较大

差别，因此在同一特性水平探讨抗风能力应更有说服力。

2.3.2 树木结构缺陷

在树木风险评估的实际应用中，则将树木生长过程中产生的结构缺陷作为依据，评价树木的抗风能力以及树木在未来发生倒伏、断枝的风险大小。当树木主要受力位置存在结构缺陷，其抗风能力会大打折扣。缺陷主要表现为腐朽、树洞、倾斜、偏冠、交叉枝、簇生枝等（Andrew K. Koeser, 2017）。在此次受损树木中，有多株存在上述的生长缺陷。

2.4 管护因素

2.4.1 栽植问题

栽植方面。不合理栽植是园林树木被风吹倒的一个重要原因。以下是以往风倒树调查中发现的栽植常见问题：种植前未将根系舒展或后期主干基部被深埋，导致产生根系缠绕，减弱了其锚固力（图 2-a）；种植深度过深，导致根系长期处在缺氧环境下，最终支撑根系全部腐朽（图 2-b）；临近硬化道路和水体处，易呈现土壤压实和分层现象，在此处栽植树木时，未做好土壤改良或扩大树池等工作，其根系生长空间受限（图 2-c）；部分区域地形低洼或地下水位较高，长期未改善根系透水透气性，亦会造成粗根系的腐朽（图 2-d）。



图 2 栽植常见问题

2.4.2 修剪问题

不关注幼树的整形修剪，对大树截干修剪，是专类园管理中普遍存在的现象。具体表现在：幼树阶段，疏于对分枝结构整形修剪，加剧日后等势多主干和内夹树皮等不合理分枝结构的发展。大树阶段，由于树高和场地的限制，缺失对很多大树较高树冠的疏剪，导致树冠较为浓密，“树大招风”，同时通风透光性变差；而一旦对此类大树修剪时，又常造成枝下高度被过度抬高、偏冠明显以及伤口过大等问题，这可能会对树木造成持续的损害，如树形丑陋、感染病虫害、树势降低、新生枝条簇生易劈裂、维护成本提高等问题；此外，因场地限制，风害后的很多大树枝折后伤口未及时处理修剪，极易导致病虫害从木质部处入侵，严重时侵染可能会蔓延至主干。



图3 不同修剪方式及后果

(a,疏于修剪形成的树形和分枝结构；b,截干修剪后，后期生长的分枝与主干联结力很弱；c,新生枝条在受害后的弱残枝上萌发长大)

2.4.3 水分管理和树池维护

喷灌是常见的灌溉方式，但并不适合大树。大树与草坪的根系在土壤的分布上有很大差异，栽植在草坪上的大树，由于长期浅层灌溉，不再向下扎根，根系仅分布在表层土壤；树干及根颈处长期因喷灌而保持潮湿，易缺氧、感染病害甚至根腐。

营建树池和铺设有机覆盖物有利于控制大树周围杂草、改善土壤理化性质、增加土壤养分。但在实际运用中，常出现覆盖物过多、根颈被覆盖物完全掩埋的问题，影响根系健康。

此外还有覆盖物成分的问题：①未腐熟的覆盖物未经过高温发酵，其中可能伴随很多致病菌。②当覆盖物多为树枝的粉碎物时，其木质素含量非常高，碳氮比也很高。过高碳氮比的覆盖物在与土壤混合后，反而可能导致土壤中可用氮含量的缺乏。③由于覆盖物的来源为园内各种植物残枝的粉碎物，其成分较为复杂，可能存在某批次覆盖物中植物化感物质较多的问题，铺设在树池之后反而影响树木生长。

2.5 木材腐朽问题

风倒树中，常出现外表枝繁叶茂的大树发生倒伏，仔细观察发现根系其实早已腐朽的现象，这些树木都早已感染了根腐菌。大部分根腐菌以腐生的形式生长在木材组织上。另一部分的根腐病则有较强的病原性，其不但能腐朽木材组织，也能危害活的树皮组织，造成边材的疏导组织坏死，失去疏导功能。然而，树木自感染至死亡，可能长达数十年时间。感染后的树木在早期不易出现病症，当地上部出现枯死症状时，根部可能已大部分腐朽受害。因此很多的树即使树冠无异常，也可能在无风天气下无预警的发生倒伏。

根腐问题在日常检查中不易察觉，同时尚不能确定造成园内大树根腐的是何种病菌。不过部分根腐的树木可在树干基部观察到真菌子实体，可以作为判断树木安全风险的重要指示物。如发现树的树冠逐渐变得稀疏、叶片变小，甚至枝条枯死，亦可能已感染了根腐菌。

2.6 其他因素

部分树木倒伏或断枝的同时，其邻近的很多树木和林下植物也被砸倒砸断，受损程度严重。经统计，被邻近树木砸断和砸倒的树木共有 11 株。以苏铁园为代表：该区域当日一大树（加勒比合欢 *Albizia niopoides*）的大侧枝发生断裂，该侧枝直径近 50cm，其坠落范围内的 8 棵树被逐一压断，其中包括极危（CR）树种（降香 *Dalbergia odorifera*）2 株。

3 对策与建议

提高管养精细度。健康的苗木、良好的立地环境是降低树木倒伏风险，保障树木安全的基础，应提升树木管理的质量和水平，减少大风等自然灾害对树木的损害。一是要规范树木栽植，做好选址和土壤改良，为树木根系提供良好的生长环境，保证根系的舒展和健康生长。二是科学修剪，制定长期的修剪计划，加强幼树的结构整形、大树疏剪，避免过度修剪。三是注重灾后树上残留断枝的修枝和伤口处理，减少二次伤害，延长受损大树的寿命。四是制定技术标准和规范，让树木的日常养护工作可以按照科学的统一的标准执行。



图4 修剪粗枝时规范使用“三刀法”

完善安全风险巡查机制：加强重点区域（如人员密集处、公共设施）的安全风险评估工作，可借助无损检测仪器，填补视觉评估的短板，加强重点树木的检测；评估重点区域的大树安全风险风级，根据风险等级的高低调整巡查频率；增强雨季前中后不同时间节点的大树安全风险巡查，及时排查树木安全隐患。

注重信息的收集管理。完善风害树木的信息收集和管理，可及时掌握园区风害过后树木的受损情况，并开展相应的灾后恢复工作；同时，积累信息详实的受害样本数据，有助于指导树木的安全风险评估（如灾前预测）和树木科学养护工作。

树木的生命力很强，能长期忍耐不适宜的生长环境，也因此常被忽视对其科学管理的重要性。只有提高管理人员的意识，才能在实际工作中重视树木相关信息的收集管理，并真正落实各项养护技术和操作规范，以保障树木的健康、安全和美观。

作者简介：

吴楠，女，园林园艺中心工程师，主要工作为大树管理、树木园管理，Email: wunan@xtbg.ac.cn。