

酸雨对杨树木材性质的影响

马连祥,周定国,徐魁梧

(南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要: 受酸雨危害和未受酸雨危害的杨树木材性质的对比表明: 酸雨对杨树生长和木材性质产生显著的影响。与未受危害的健康材相比, 危害材的木素和戊聚糖含量相对升高 3. 72% 和 1. 43%, 而综纤维素的含量相对减少 3. 43%, 热水抽出物、苯醇抽出物和 1% NaOH抽出物含量明显高于健康材。基本密度、气干密度和全干密度分别降低 2. 62%、1. 75% 和 1. 19%; 危害材的生材含水率较健康材低, 边材含水率的差异较大, 心材含水率差异较小; 弦向干缩率相对增大 10. 77%, 径向干缩率相对减小 16. 88%; 弹性模量和冲击韧性较低, 两者有显著差异, 而抗弯强度较健康材相对增大 9. 55%。酸雨引起杨树木材性质的变异对杨木的加工利用有一定的影响。

关键词: 酸雨; 杨树; 木材性质; 加工利用

中图分类号: S792. 11 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2000)02-0018-03

The Influence of *Populus* Wood Properties by Acid Rain

MA Lian-xiang, ZHO U Ding-guo, XU Kui-wu

(College of Wood Industry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract Wood properties of trees (*Populus*) selected from healthy and acid rain damaged forest were analyzed to evaluate the possible impacts on wood properties and utilization. Comparing with healthy trees, the contents of lignin and pentosan in diseased trees increased 3. 72% and 1. 43%, but the contents of cellulose in diseased trees decreased 3. 43%. Extractive content showed significant difference between diseased trees and healthy trees. The basic density and air-drying density and oven-dry density of wood of diseased trees decreased 2. 62% and 1. 75% and 1. 19%. Moisture content in diseased trees was lower than in healthy tree, the difference of moisture content in sapwood was larger and in heart wood was smaller. The tangential shrinkage of wood of diseased trees increased relative 10. 77%, the radial shrinkage of wood of diseased trees decreased relative 16. 88%. The variation of wood properties by acid rain influenced significantly wood processing and utilization.

Key words Acid rain; *Populus*; Wood properties; Utilization

酸雨对树木生长的危害已成为严重的全球性问题, 我国是继北美和欧洲之后世界第三大酸雨区, 且降水的酸度仍在升高, 地域仍在扩大^[1]。酸雨不仅会导致树木生长减缓、年轮变窄, 而且会导致木材构造、化学组成以及木材性质的改变。近年来, 国内外就酸雨对树木生长和木材材性的影响已进行了大量的研究, 有的还进行了模拟酸雨试验^[2~8]。研究的树种主要为欧洲冷杉 (*Abies alba*), 欧洲云杉 (*Picea abies*), 欧洲赤松 (*Pinus sylvestris*), 欧洲水青冈 (*Fagus sylvatica*),

北美黄杉 (*Pseudotsuga menziesii*), 马尾松 (*Pinus massoniana*) 和美洲黑杨 (*Populus deltoides* Bartr.) 等。本文主要研究酸雨对杨树木材性质的影响, 以揭示在酸雨条件下生长的杨树木材材性的变异情况, 为杨树的合理利用提供理论依据。

1 材料与方法

试验用树种为圣马丁杨 [*Populus × euramericana* (Dode) Guineir cv. ‘San Martino’, (I-72/58), 简称 I-72]。试材生长条件: 均为株行距 4 m

× 4 m,海拔 15 m,年均降水量 944.3 mm,年均温度 14.1℃,沙壤,树龄 13年。受酸雨危害的试材采自江苏徐州(以下称危害材),取 4株,树木生长缓慢,叶部出现酸雨危害症状;未受酸雨危害的试材采自江苏涟水(以下称健康材),取 3株,树木生长状态良好。

木材的化学组成按 GB 2677.2~ 2677.10-81进行测定;物理性质按 GB 1931~ 1933-91进行测定;力学性质按 GB 1935~ 1940-91进行测定。

2 结果与分析

2.1 木材主要化学组成

酸雨的直接影响是通过树木的叶片,破坏叶片角质层、表皮组织和气孔,影响光合作用和叶部营养离子的淋失,间接影响是通过树木的根部,引起土壤酸化,破坏土壤表面微生物的形成,造成营养离子的损失,使树木生长减慢甚至死亡。试验结果(表 1)表明:危害材中的抽出物含量明显高于健康材,热水抽出物差异相对值为 14.9%,苯醇抽出物为 16%,1% NaOH抽出物为 10.5%。Pozgaj A等^[5]在研究中发现,受酸雨危害的树木由于受到细菌的作用使细胞壁部分溶解,这就是受酸雨危害的树木中抽出物含量较高的原因。危害材中的灰分较健康材低,差异相对值为 8.40%,这与营养离子的损失有关。木素和戊聚糖的含量分别升高 3.72%和 1.43%,而综纤维素减少 3.45%,这是因为树木在生长期间要保持 pH值恒定必将消耗一定的能量,从而使树木的纤维素含量低于健康材^[7]。

2.2 木材物理性质

表 1 杨树木材的化学组成							
Tab. 1 Chemical composition of poplar wood							
项目	灰分	热水抽出物	苯醇抽出物	1% NaOH抽出物	木质素	戊聚糖	综纤维素
危害材试样数	5	5	5	5	5	5	5
平均值	0.57	3.03	2.16	21.37	22.98	23.81	70.68
健康材试样数	5	5	5	5	5	5	5
平均值	0.62	2.61	1.84	19.24	22.14	23.47	73.17
平均值之差	- 0.05	0.42	0.32	2.13	0.84	0.34	- 2.49
差异相对值	- 8.40	14.9	16.0	10.5	3.72	1.43	- 3.45

2.2.1 木材密度 杨树具有早期速生特性,杨树幼龄材生长较快,年轮较宽,基本密度较低,成熟材生长较慢,年轮较窄,基本密度相对较高。

从表 2可看出,危害材的基本密度较健康材相对降低 2.62%,呈显著差异。危害材的气干密度和全干密度较健康材呈轻度下降。秦特夫^[8]在研究酸雨对马尾松木材材性的影响时也得出相同的结论。

表 2 危害材与健康材的密度						
Tab. 2 Wood density of diseased trees and healthy trees						
试材	基本密度		气干密度		全干密度	
	试样数	均值	试样数	均值	试样数	均值
危害材	60	0.372	15	0.454	15	0.419
健康材	60	0.382	15	0.462	15	0.424
平均值之差	-	0.01	-	0.008	-	0.005
差异相对值 /%	-	2.62	-	1.75	-	1.19

2.2.2 生材含水率 树木各部位的水分含量也是反映树木生长的重要生理指标。本试验中,危害材的平均含水率偏低,差异相对值为 14.8%。其中危害材的心材含水率较健康材相对降低 9.67%,危害材的边材含水率较健康材相对降低 21.51%(见表 3)。

表 3 杨树的生材含水率				
Tab. 3 Moisture content of green wood of poplar				
项目	心材	边材	平均值	差异相对值
危害材	192.8	94.6	143.7	68.33
健康材	212.4	117.4	164.9	57.61
含水率之差	- 19.6	- 22.80	- 21.2	
差异相对值	- 9.67	- 21.51	- 14.8	

边材在树木生长过程中承担水分的输送,树干边材的水分减少则会改变树木生长的生理特性,造成树木生长减缓。一般认为,杨树心边材之间的含水率具有显著差异,通常心材含水率较高(140%~ 250%),边材含水率较低(80%~ 120%)^[9]。从表 3可以看出:健康材的心边材含水率的差异相对值为 57.61%,危害材心边材含水率的差异相对值为 68.33%。与健康材相比,危害材边材的含水率有更大的差异,这些差异对杨木的材性和加工有很大的影响。

2.2.3 木材干缩性 经单因素方差分析可知:危害材的弦向干缩率和差异干缩大于健康材,危害材的径向干缩率小于健康材,差异显著(见图 1)。如前所述,危害材的化学组成发生了较大的变异,这可能是导致干缩差异显著的原因之一,此外危害材密度的降低也会造成干缩性的差异。秦特夫^[8]在研究酸雨和大气污染对马尾松化学组成的影响时指出,在酸雨和大气污染条件下生长的树木的纤维素相对结晶度为 15.8%~ 16.2%,而在未受污染条件下生长的树木的纤维素相对结晶度高达 24.1%,可以表明是酸雨造成木材纤维素结晶度的下降,

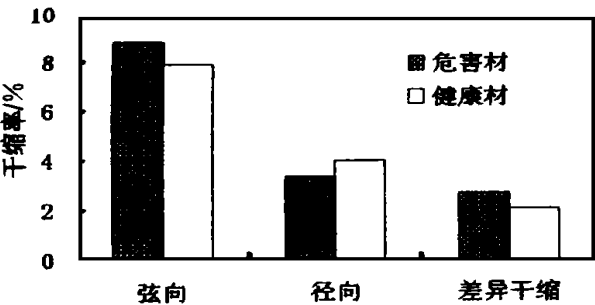


图 1 木材干缩率的测定结果
Fig. 1 Wood shrinkage in percent

从而导致危害材与健康材木材干缩性的差异。

2.3 木材力学性质

危害材与健康材力学性质的测定结果列于表 4 五项指标中,危害材的抗弯弹性模量和冲击韧性较健康材低,差异相对值分别为 12.86%和 6.36%,经方差分析,两者在 0.05 水平有显著差异。顺纹抗压强度和硬度较健康材低,抗弯强度较健康材高,但均无显著差异。这表明受酸雨危害树木的木材强度并未发生显著改变,但弹性模量和冲击韧性却有不同程度的下降,这种下降与木材密度下降有一定的相关性。

表 4 木材力学性质的测定结果
Tab. 4 Mechanical properties of poplar wood from diseased and healthy trees

性质	危害材				健康材				分析结果		
	试样数	均值	标准差	变异系数	试样数	均值	标准差	变异系数	均值之差	差异相对值 %	结果
MOE / GPa	27	6.99	0.99	14.2	27	7.95	1.71	21.51	0.96	12.86	*
MOR / MPa	27	82.3	9.97	12.11	27	74.8	11.21	14.98	7.5	9.55	
顺压强度 /MPa	27	45.2	4.15	9.20	27	48.7	5.50	11.31	3.5	7.45	
冲击韧性 /(kJ·m ⁻²)	27	163.0	44.29	14.17	27	173.7	45.60	13.25	10.7	6.36	*
硬度(弦向) /MPa	24	9.3	1.25	13.51	24	9.5	1.35	14.20	0.2	2.25	

3 结论与讨论

杨树作为我国主要速生树种之一,有着广泛的用途,主要用于生产胶合板、刨花板、细木工板,同时还是纤维板和制浆造纸的良好原料。通过研究可以看出,酸雨不仅对杨树的生长产生了严重的危害,而且造成了杨树木材性质的变异。对其加工利用的主要影响有:

- 1) 受酸雨危害的杨木的抽出物含量显著升高,而纤维素含量下降,造成木材渗透性和纤维强度的下降,从而影响木材的干燥速度、干燥质量和能量的消耗,并会影响制浆得率和纸浆的质量。
- 2) 危害材的基本密度、气干密度和全干密度较健康材都有不同程度的下降。木材的强度、硬度、耐磨性和热值有很大的负面影响,还会影响木材的加工质量、制浆得率和木浆的质量。
- 3) 酸雨对杨树木材干缩产生显著影响。经方差分析可得:危害材与健康材的弦向干缩率、径向干缩率和差异干缩均有显著差异。危害材的弦向干缩率较健康材高 10.77%,径向干缩率较健康材低 16.88%。因此,在危害材的加工利用时必须考虑这些差异。
- 4) 从试验结果可以看出,危害材的弹性模量和冲击韧性与健康材相比有显著差异,弹性模量和冲击韧性的下降,必将对人造板生产中的单板旋切、刨花制备、干燥和热压等工艺产生影响,并会造成人造板弹性模量的下降。因此,受酸雨严重危害的杨木一般

不宜作为建筑结构材的原料。

参考文献:

[1] 王文兴,丁国安. 中国降水酸度和离子浓度的时空分布 [J]. 环境科学研究, 1987, 10(2): 1~ 10.

[2] Cox-RM. Sensitivity of Forest Plant Reproduction to Long-range Transported Air Pollutants the Effects of Wet Deposition Acidity and Copper on Reproduction of *Populus tremuloides* [J]. New-phytologist, 1988, 110(1): 3~ 38.

[3] Bauch J. Characteristics and Response of Wood in Declining Trees from Forests Affected by Pollution[J]. IAWA Bulletin, 1986, 7(4): 269~ 275.

[4] Rademacher P, Bauch J, Puls J. Biological and Chemical Investigation of the Wood from Pollution Affected Spruce (*Picea abies* L. Karst.) [J]. Holzforschung, 1986, 40 331~ 338.

[5] Pozgaj A, Kurjatko S. Wood Properties of Spruce from Forests Affected by Pollution in Czechoslovakia [J]. IAWA Bulletin, 1986, 7(4): 405~ 409.

[6] Fruehwald A. Technological Properties of Wood from Trees in Polluted Region [J]. IAWA Bulletin , 1986, 7(4): 389~ 397.

[7] Wellbum A. Air Pollution and Acid Rain The Biological Impacts [Z]. by Longman Scientific & Technical, New York, 1988.

[8] 秦特夫. 酸雨及大气污染对马尾松木材材性影响的研究 [J]. 林业科学, 1995, 31(6): 528~ 535.

[9] 华毓坤,傅峰. 意杨生产胶合板的工艺特点 [J]. 林产工业, 1994, 21(4): 25~ 27.