

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2019.04.010

尾巨桉树轮异常结构的解剖学分析^①

卢翠香¹, 兰俊², 陈健波¹,
吴永富², 邓紫宇¹, 周维¹

1. 广西林业科学研究院 国家林业局中南速生材繁育实验室/广西优良用材林资源培育重点实验室, 南宁 530002;
2. 广西国有东门林场, 广西 扶绥 532108

摘要: 为了解尾巨桉木材环裂形成原因, 通过对木材结构解剖分析, 气候数据补充验证, 判定尾巨桉木质部环裂与形成层受霜冻伤害产生应激反应及形成异常结构有关。异常结构为霜冻轮, 纤维细胞未完全木质化, 薄壁细胞量多。霜冻轮的存在对木材的强度、抗虫性和耐腐性产生一定的负面影响。

关键词: 尾巨桉; 环裂; 异常结构; 霜冻轮

中图分类号: TB322; S718.47 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-9868(2019)04-0072-06

从木材组织学的角度而言, 木材构造是由许多不同形态和不同功能的细胞所组成, 这些细胞包括管胞、木纤维、导管、薄壁组织和木射线等^[1]。木材的构造是了解木材性质和利用的基础, 木材构造(如细胞形态、细胞数量、年轮变化等)受遗传、立地条件、环境因子(如温度、降雨)等多种因素的影响, 尤其是树木年轮的变化与当年的气候条件密切相关, 它是反映外界气候变化的一个重要指标, 也是气候历史重建和未来气候变化预测的主要依据^[2-5]。

2015 年 5 月广西国有东门林场昭平分场砍伐 7 年生尾巨桉, 林木伐倒放置一段时间, 原木端头发生径裂和环裂, 用手可剥离环裂部位, 剥离面木材呈浅棕色(图 1)。对林地调查发现, 山底部和山中部林分的树干、树梢、树叶生长无异常。山顶部分树木枯顶, 树梢枯死部分长约 6 m。劈开活立木材身, 可见木质部有明显色差, 材色由靠近树皮的浅黄色至棕色(约 2 mm), 往髓心方向又为浅黄褐色, 如图 1(c)。根据调查资料, 拟从木材解剖学入手进行分析, 对木纤维、轴向薄壁组织及木射线等解剖特征进行观察分析, 探讨木材环裂形成原因及对木材性质和利用的影响。

1 材料与方法

1.1 林地概况

林地处于广西昭平县昭平镇, 23°39′~24°24′N, 110°34′~111°19′E, 属亚热带气候, 夏长冬短, 冬有霜雪。土质属中层沙石红壤, 酸性较强, 有机质含量较高, 肥力中等。

① 收稿日期: 2018-05-16

基金项目: 广西林业科技项目(桂林科学[2014]第 20 号, 桂林科学[2014]第 04 号); 中央财政林业科技推广项目([2015]TG 18 号)。
作者简介: 卢翠香(1982-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事木材科学方面研究。



图 1 原木环裂、径裂及木质部变色

1.2 样木采集

根据林地现场勘察情况，随机选取 3 株样木，编号为 1、2、3 号。伐倒样木，在树干根部(0.0 m)、中部(3.3 m)、上部(5.3 m)分别锯取 5 cm 厚圆盘。

1.3 方 法

拟采用的研究的操作步骤依次为圆盘获取、树轮定年、宏观特征观察、微观特征观察、纤维离析、气象检索、结果判定。

树轮定年：对圆盘进行抛光处理，过髓心画两根相互垂直的直线，数出年轮数并标记。

木材构造观测：采用徒手切片法进行切片，制作永久玻片，置于显微镜下观察。

纤维离析、测定：采用冰醋酸双氧水(1：1)混合液离析木材，借助显微成像系统软件测量纤维长度、宽度和腔径。

1.4 仪器设备

抛光机、体式显微镜(Nikon SMZ745)、研究级生物显微镜(Nikon 80I)、显微成像系统。

2 结果与分析

2.1 树轮定年

圆盘刨平后，交叉定年并标记，以样木(2 号)为例，树轮定年结果如图 2。圆盘 2-1(0.0 m)定年为 7 年，圆盘 2-2(3.3 m)定年为 6 年，圆盘 2-3(5.3 m)定年为 5 年。



图 2 2 号样木树轮定年结果

2.2 木材宏观特征的观察与记载

木材有光泽，无特殊气味。边材浅黄褐色，与心材区别略明显，心材浅红褐色。生长轮略明显，散孔

材. 管孔小至中, 肉眼下呈白色点状, 体式显微镜下(10×)明显, 斜列, 孔内偶见树胶. 轴向薄壁组织量中等, 环管束状、星散状. 木射线肉眼下略见, 略密且细. 肉眼下, 在每个圆盘 6~7 年年轮交界处可见一条与年轮平行的深色带状组织, 如图 3(a). 体式显微镜下观察发现, 深色带状组织内管孔少且小, 沿着深色带状组织两侧管孔数量由少至多, 由小至大变化, 这一变化沿两侧分布约 2 mm 宽, 其余的年轮交界处未出现这一情况, 如图 3(b)、图 3(c)、图 3(d).

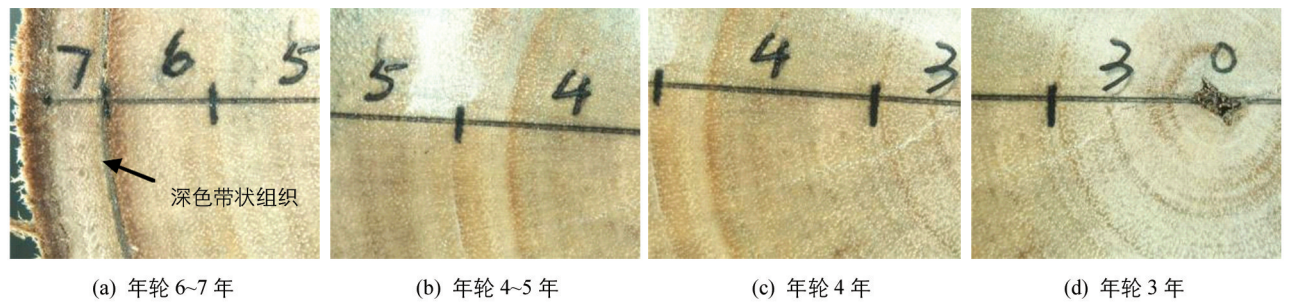


图 3 圆盘 2-3 不同年轮(10×)体式图

2.3 木材微观特征的观察与记载

在圆盘 6~7 年年轮交界处截取 1×1×1(cm)的小试块, 小试块需包含深色带状组织及其周边正常组织, 如图 4(a). 对小试块进行切片, 制作临时玻片, 显微镜观察. 切片自树皮向髓心依次由第 7 年生正常木质部、深色带状组织和第 6 年生正常木质部组成.

正常木质部(第 7 年生、第 6 年生)由导管、木纤维、轴向薄壁细胞和木射线组成. 导管横切面卵圆形及圆形, 平均弦径 146 μm, 斜列, 散生, 含树胶. 轴向薄壁组织为环管状、星散及星散聚合状. 木纤维壁中至厚, 排列整齐. 异常组织带位于第 7 年生正常木质部和第 6 年生正常木质部之间, 排成一整环, 由 25~35 个大小不一的不规则形的薄壁细胞组成, 期间零星分布小管孔, 细胞呈崩溃状, 如图 4(b). 位于正常木质部与薄壁细胞带交界处出现类似小管孔的组织, 有 1~2 层泌脂薄壁细胞包围, 有时多个弦向连生, 符合传统意义上的木材创伤树胶道的定义. 鉴于此, 判定这是桉树木质部受外力因素而产生的一种非正常组织, 即创伤树胶道, 如图 4(c).

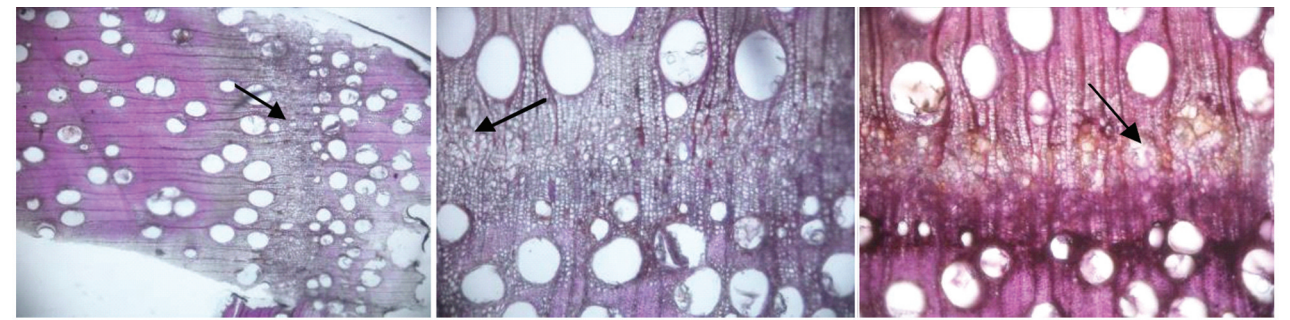


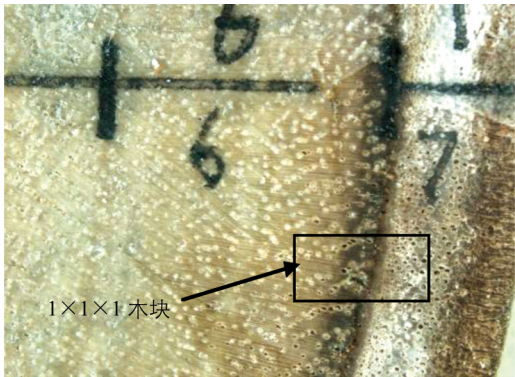
图 4 深色组织带微观结构

2.4 木材纤维离析

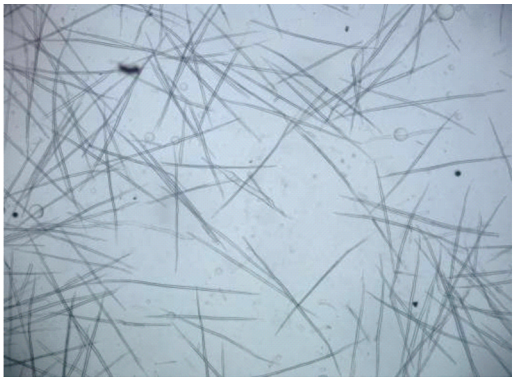
从上述截取的小试块中分别切取第 6 年、第 7 年正常部分木质部和深色带组织进行纤维离析, 如图 5(a). 由表 1 可知, 深色组织带的木纤维长度明显短于正常部位的木纤维, 仅为第 6 年的 68.59%, 第 7 年的 68.64%; 宽度略宽于正常部位的木纤维, 双壁厚小于正常部位的木纤维, 为第 6 年的 87.25%, 第 7 年的 82.07%; 长宽比明显小于正常部位的木纤维, 仅为第 6 年的 61.34%, 第 7 年的 60.75%. 正常部位离析片以木纤维为主, 深色带组织以薄壁细胞(主要为射线薄壁细胞、轴向薄壁细胞、泌脂细胞)为主, 木纤维数量少且短, 细胞壁薄, 长宽比小, 如图 5(b)、图 5(c)、图 5(d).

表 1 纤维形态参数

取样部位	纤维长度/ μm	纤维宽度/ μm	双壁厚/ μm	长宽比	壁腔比	腔径比
第 6 年	861.38	12.90	7.45	67.22	0.77	0.58
第 7 年	860.78	13.95	7.92	67.87	1.64	0.45
深色组织带	590.82	14.33	6.50	41.23	0.83	0.55



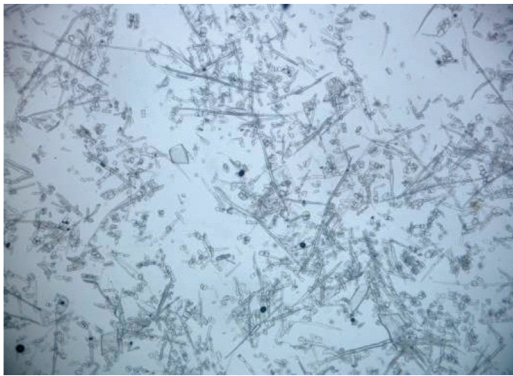
(a) 取样部位 (40×)



(b) 第 6 年纤维 (10×)



(c) 第 7 年纤维 (10×)



(d) 深色带组织 (10×)

图 5 木质部纤维离析

2.5 木材、气象检索与结果判定

木材检索是运用科学识别方法，在熟练掌握木材构造特征内涵的基础上，将木材构造特征进行有无或正反列对比，按照特征的明显程度顺次检索，循序渐进，逐渐缩小范围，以确保鉴定结果的可靠性。根据林地现场实际情况和木材解剖观测，参考《木材学》^[6]、《中国木材志》^[7]、《木材气候学导论》^[8]等资料，宏观与微观相结合，主要特征与辅助特征相互补，检索路线如下：

现场：原木端头环裂→活立木材色(色差)→树木枯顶

宏观：树轮定年→第 6~7 年年轮→深色带组织(具有)→管孔(量少、孔小)→射线(量多)

微观：深色带组织→薄壁细胞(量多)→创伤树胶道(可见)→木纤维(少，短，壁薄)

从广西气象局调取昭平县 2014 年 9 月至 2015 年 4 月气象数据(图 6)，昭平县 2014 年 12 月至 2015

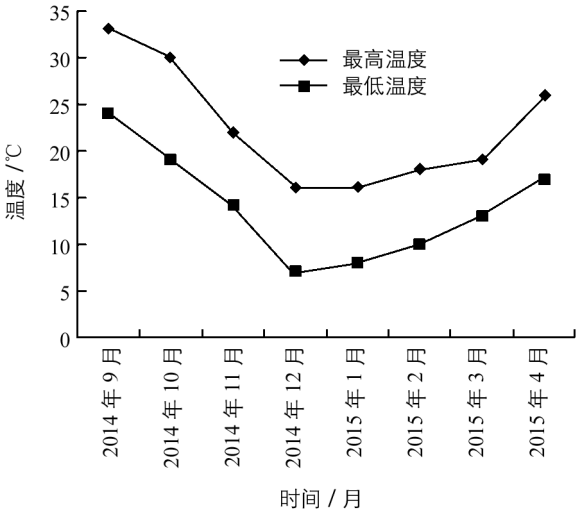


图 6 昭平县 2014 年 9 月—2015 年 4 月气温变化

年 1 月气温较低,平均最高温 16℃,最低温度 7℃,2014 年 12 月 18 日出现全年最低温 2℃.该林地处于海拔 550 m 的山地,四周为连绵起伏山脉,气温比县城低 2~5℃.由此,该林地在这期间有可能出现极低气温.

按照以上特征及路线,判定木质部中深色带状组织为霜冻轮.

3 结论与讨论

1) 树木在生长季遇异常低温,形成层活动受影响,由形成层分化出的未成熟木质部细胞无法完成次生壁加厚和木质化过程,且细胞脱水会使细胞受挤压变形,从而形成异常年轮,也就是霜冻轮^[2].霜冻轮颇似伪年轮,其在年轮内呈现深色线条平行于年轮^[6].本文原木质部出现深色带组织,平行于年轮,存在异常多的薄壁细胞,细胞排列呈崩溃状,创伤树胶道可见,可判定为霜冻轮,结合气象资料,可判定霜冻发生时间为 2014 年年末至 2015 年年初的冬季.

2) 温度高低直接影响树干形成层生长的速度和持续时间,低温对形成层生长起抑制作用^[2,9-11].Hantemirov^[12]等分析乌拉尔林缘上线西伯利亚刺柏上发现的霜轮、伪轮,证明了温度的极端变化抑制树木形成层生长,并推断出最严重的霜冻发生在 1601 年、1783 年、1857 年、1882 年和 1968 年的夏天.罗马的卡利马尼地区大量的树轮中出现霜冻轮现象,与喀尔巴阡山脉高海拔网站上记录当地 1876 年 5 月 19—21 日曾出现的冰冻事件相吻合^[13].本文尾巨桧原木遭受霜冻,存在较多未木质化细胞,证明了温度的极端变化抑制了尾巨桧木材形成层生长,这也为尾巨桧适生区划分提供了依据.

3) 因霜冻而使形成层和形成层附近尚未木质化的细胞停止生长甚至死亡,导致细胞不能正常地木质化,薄壁细胞含量多^[14],并形成受伤树胶道,因而其抗虫、耐腐蚀性会受到一定影响.当木材干燥时,霜冻轮部分薄壁细胞比担负机械支持作用的木纤维更容易发生皱缩,在生长应力作用下,霜冻轮部分易产生开裂,与木质部分离,且分离的木质部容易变色.

4) 桧树形成层原始细胞具有极强的分生能力,原木形成霜冻轮后,来年春天,万物复苏,桧树的形成层原始细胞分裂新的细胞,随着树干的增粗,受伤部位将被逐步包裹,形成近似内夹皮的结构(深色带),会对木材的强度产生一定的负面影响.

参考文献:

- [1] 刘一星,赵广杰.木材学[M].北京:中国林业出版社,2012.
- [2] 徐金梅,吕建雄,鲍甫成,等.气候因素对木材细胞结构的影响[J].林业科学,2011,47(8):151-158.
- [3] 程瑞梅,刘泽彬,封晓辉,等.气候变化对树木木质部生长影响的研究进展[J].林业科学,2015,51(6):147-154.
- [4] 王 婷,于 丹,李江风,等.树木年轮宽度与气候变化关系研究进展[J].植物生态学报,2003,27(1):23-33.
- [5] 徐金梅,张 冉,吕建雄,等.不同海拔青海云杉木材细胞结构对气候因子的响应[J].北京林业大学学报,2015,37(7):102-108.
- [6] 尹思慈.木材学[M].北京:中国林业出版社,1996.
- [7] 成俊卿.中国木材志[M].北京:中国林业出版社,1992.
- [8] 郭明辉,赵西平.木材气候学导论[M].北京:科学出版社,2009.
- [9] 曹受金,曹福祥,祁承经,等.气候变化对树轮异常结构的影响及应用研究进展[J].生态环境学报,2010,19(2):494-498.
- [10] 徐金梅.祁连山青海云杉木材性质对气候变化的响应[D].北京:中国林业科学研究院,2011.
- [11] 郭明辉,闫 丽,陈广胜,等.气候因子对木材特性影响的研究进展[J].世界林业研究,2005,18(4):45-48.
- [12] HANTEMIROV R M, GORLANOVA L A, SHIYATOV S G. Pathological Tree-Ring Structures in Siberian Juniper (*Juniperus Sibirica* Burgsd.) and Their Use for Reconstructing Extreme Climatic Events [J]. Russian Journal of

Ecolog, 2000, 31(3): 167-173.

- [13] ONEL P, ZOLTAN K, BALAZS N. Frost Ring: a Biological Indicator of Widespread Freezing Days, and 1876 AD as a Case Study from Calimanims, Romania. Proceedings of the Romanian Academy [J]. Series B. Chemistry, Life Sciences and Geosciences, 2006, 8: 55.
- [14] 徐金梅, 吕建雄, 鲍甫成, 等. 海云杉木材对气候变化的响应 [C]. 第九届中国林业青年学术年会论文摘要集, 2010.

Anatomical Analysis of Abnormal Structure of Tree Rings in *Eucalyptus*

LU Cui-xiang¹, LAN Jun², CHEN Jian-bo¹,
WU Yong-fu², DENG Zi-yu¹, ZHOU Wei¹

1. Key Laboratory of Central South Fast-Growing Timber Cultivation of Forestry Ministry of China / Guangxi Key Laboratory of Superior Timber Trees Resource Cultivation, Guangxi Academy of Forestry Sciences, Nanning 530002, China;
2. Guangxi Dongmen Forest Farm, Fusui Guangxi 532108, China

Abstract: Anatomical analysis was made of the xylem of *Eucalyptus urophylla* to study the cause for the formation of cracked tree rings, and a supplementary verification was made using the climatic data. The results showed that the formation of xylem ring cracking was related to frost damage. When *E. urophylla* suffered frost damage, a stress reaction occurred at the cambium, resulting in the formation of an abnormal structure. The unusual structure was frost ring, which had more parenchyma cells and the fiber cells were not fully lignified. The existence of the frost ring had a negative effect on wood strength, insect resistance and corrosion resistance of the timber.

Key words: *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*; ring crack; abnormal structure; frost ring

责任编辑 汤振金

