

综 述

# 木材构造和生体节律的 1/f型涨落谱

赵广杰

**摘要** 在综合现代木质环境学研究成果的基础上,就自然界中普遍存在着的涨落现象、涨落的分类、各种涨落谱的特征等做了一般性的说明。集中讨论了木材构造的涨落谱及生体节律的涨落谱特征,并就两者之间存在的共同点,即两者之间的相关性做了浅显说明,回答了为什么自古以来人们喜爱生物材料——木材及木材纹理构造这一问题的根本原因。

**关键词** 木材纹理;节律;涨落

## Fluctuation Spectrum of Wood Structure and Creature Physical Rhythm

Zhao Guangjie

(Beijing Forestry University, Beijing 100083)

**Abstract** General explanations concerning about fluctuation phenomena which widely exist in nature, classification of the fluctuation and characteristics of all kinds of fluctuation spectra were given in this article on the basis of achievement in modern wooden material environmental science. This article focused on characteristics of the fluctuation spectra of wood structure and creature physical rhythm. According to their common point, which is the relativity between the two fluctuation spectra, the author represented some superficial illustrations and pointed out the reason why people are so fond of biological material——wood and wood's grain structure from ancient time.

**Keywords** Wood grain; Rhythm; Fluctuation

### 1 绪言

木质环境学的研究表明,具有1/f型涨落谱的木材的纹理构造,给人以自然、明快、安静之感<sup>[1]</sup>。因此,人们便千方百计地把塑料、陶瓷或金属类非生物材料的表面形态制作成或印刷成木材纹理样,以期达到木材纹理的视觉和心理感觉效果。在木质环境学诞生之前,人们对木材构造或木材纹理形状的认识还是经验性的,即还不能依据自然科学和人文科学的理论去圆满地解释人们对木材,尤其是木材纹理喜爱这一问题。八十年代以来,以日本京都大学山田正教授为首的课题组,对由木材以及木质材料构成的所谓木质环境的物理化学特性与人的感觉(视觉、听觉、触觉)特性之间的关系,木质环境对生体生存状态调节功能,木质环境的室内气候调节功能等方面进行了多学科的系统研究,其研究成果已有专著出版<sup>[2]</sup>。关于木质环境学的详细内容,笔者另有著文<sup>[3]</sup>。本文将集中讨论木材构造的涨落特性和生体节律的涨落特性之间的内在联系,目的在于通过自然界中普

遍存在的涨落现象来解释人们之所以喜爱木材纹理构造的根本原因,从更高的层次上或者说从另一个角度去认识木材的固有特性,为在进入二十一世纪后,当化石资源和金属资源濒临枯竭的一段时期内,更合理、有效、科学地利用木材,以及更科学地评价木材提供一个崭新的理论依据。

### 2 涨落及其它

#### 2.1 涨落

涨落(fluctuation)亦称起伏,是指一个物理系统处于热动平衡状态时,表征系统某种性质的物理量在其平均值附近作无规则微小变动的现象<sup>[4]</sup>。日本东京理科大学教授,涨落研究所所长武者利光<sup>[5]</sup>的研究表明:在自然界中涨落现象是普遍存在的,从微观世界中基本粒子如电子的运动到宏观的大如天体中行星、太阳的运动,社会现象乃至人的情感的变化等等无不存在着涨落现象。本文所讨论的木材构造也存在着涨落现象。

#### 2.2 1/f型涨落谱<sup>[6]</sup>

研究涨落的方法之一是将涨落随时间的变化函

收稿日期 1997-02-02

赵广杰:北京林业大学教授,北京 100083

数用谐波来进行分解,即用各种频率的谐波成分的程度来表征涨落现象的特性,一般称这种频率成分分析的物理量为频谱密度。这样,自然界中存在的各种各样的涨落现象,可以按频谱密度和频率之间的变化关系来进行分类。通常将涨落现象分为两大类:一类是涨落频谱强度和频率之间无任何关系,这是一种完全无秩序的涨落,称之为“白色涨落”,白色涨落所包含各种频率的成分平均,如图1中的白色涨落曲线;另一类则是涨落与频率之间存在着一定的相关关系,按两者的关系可将涨落划分为 $1/f^{1/2}$ , $1/f$ , $1/f^2$ , $1/f^3$ 型涨落谱,如图1中的其它曲线所示。图2所示的是一种所谓罗伦兹涨落谱,按 $1/f$ 形式衰减,其中在低频领域因接近于白色涨落谱,故称此为“指函数型减涨落”或“随机行走分布型”,图中介于白色涨落谱与 $1/f^2$ 之间的 $1/f$ 型涨落谱是一种具有十分特殊性质的涨落。一般说,相关性越大则说明涨落的规则性越大,即变动较平稳,反之,涨落的规则性小则变动较激烈。相关性大的涨落谱给人的印象较贫乏,反之,相关性小的涨落谱因变化太激烈,会使人感到心神不安。 $1/f$ 型涨落谱则恰如其分地避开了上述这两种极端情况。

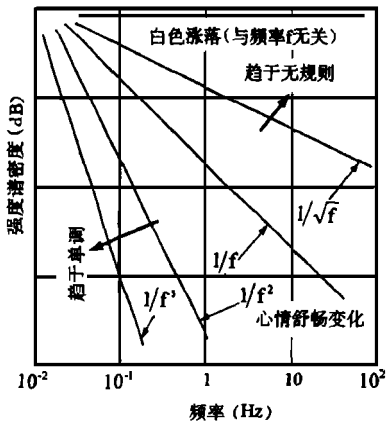


图1 各种涨落谱的强度谱密度和频率之间的关系

Fig. 2 Relationship between the power spectrums of different fluctuation and the frequencies

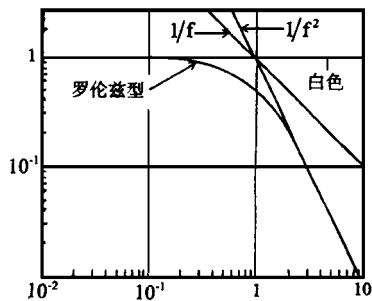


图2 罗伦兹型涨落谱

Fig. 2 The fluctuation spectrum of Lorentz type

3 木材构造的涨落

3.1 木材纹理的平行性

木材的纹理是构成木材的细胞分子有某种程度的秩序排列而形成的。简言之,这些细胞分子的某种程度的秩序排列是以生长轮为周期顺次积蓄的。因此,无论在木材的横切面、径切面、还是在弦切面上,这些生长轮都是不交叉的,具有某种程度的平行性。另一方面,这些生长轮又不是那种完全的几何性平行,即由于这些细胞在形成过程中的种种因素构成了生长轮形态的涨落。研究表明:这些具有某种程度平行性的木材生长轮构成的木材纹理,给人以“整洁”、“舒畅”之感<sup>[8]</sup>。

3.2 早晚材间的过渡及反差

针叶材从早材部到晚材部的过渡一般是平稳、连续的,但从晚材部到早材部的过渡则是急剧、非连续的。因此,从木材的径切面或弦切面上来看,在相邻生长轮中从早材-晚材-早材的浓度变化是非对称的。连续变化的形体常会给人以“柔软”、“平庸”之感,非连续变化的形体给人以“强烈”、“整洁”之感。由于木材纹理恰好居于上述两者的两侧,所以木材纹理给人以“柔软”、“整洁”之感。研究表明:木材的早晚材间的这种过渡形式给人以较强的“自然感”,另一方面,晚材宽的生长轮其浓度反差大,这样会给人以“强烈”、“华丽”之感,同时也会使人产生某种程度的所谓“粗糙”之感<sup>[9]</sup>。

3.3 木材构造的涨落<sup>[7]</sup>

武者的研究表明:木材的径切面纹理及弦切面纹理的涨落谱呈 $1/f$ 型。图3是樟木横切面的光学显微镜照片,图4则是沿着图3的径向扫描时,浓淡涨落谱密度和空间频率之间的关系。分析结果表明:木材纹理的浓淡涨落谱密度与空间频率间呈 $1/f$ 型涨落。图5c是利用电子计算机按 $1/f$ 型谱涨落绘制的生长轮。可以清楚地看出,图5a是等间隔的同心圆,十分整齐但自然感很差,图5b是将等间隔做了某些偏离处理而绘制的图形,图5c则是不但将间隔而且连圆形也做了某种程度的偏离处理后绘制的,从这些图形的比较中可以看出,c是最接近自然生长年轮的形状的。

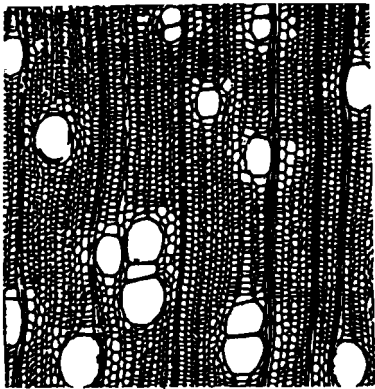


图3 樟木的横切面显微镜照片

Fig. 3 The microscopical photograph of camphor wood's cross section

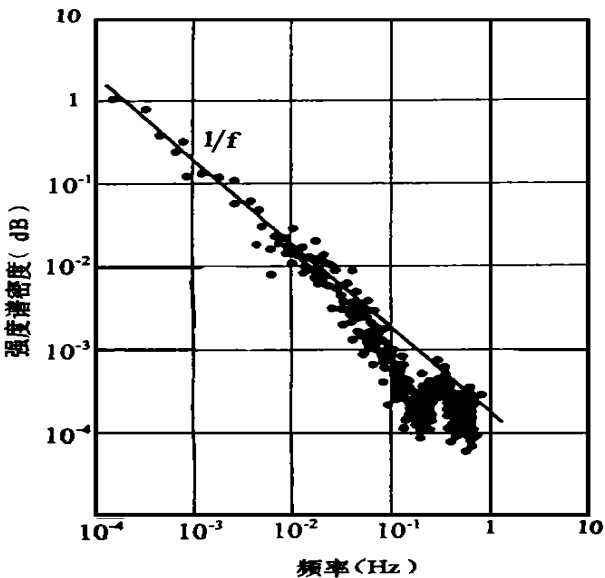
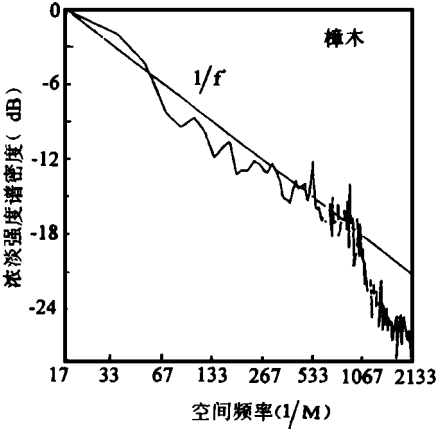


图 4 功率谱密度和空间频率  $1/M$  之间的关系  
Fig. 4 Relationship between the power spectrum and special frequency  $1/M$

图 6 心跳节拍周期的强度谱密度和频率之间的关系  
Fig. 6 Relationship between the power spectrum of the circle of heartbeat and frequency

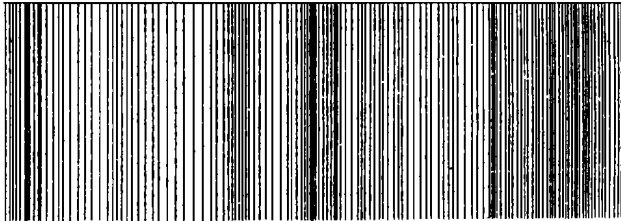


图 7 心跳节拍周期的平行线扩大图  
Fig. 7 Magnified paralalled lines of the circle of heartbeat

$\alpha$  波频率是在 8~13 Hz 范围内的脑电波成分。波成分的频谱涨落分析结果如图 8 中所示,即频谱涨落呈  $1/f$  型,其数据是在被测量者处于精神稳定状态时测定的。实验表明,被测量者精神状态不同时其测定的结果亦不一样,精神状态越稳定,  $1/f$  型涨落谱出现的频率范围越大。

图 5 计算机绘制的生长轮和天然生长轮间的对比  
Fig. 5 The comparison of growth ring drawn by computer and natural ring

4 生体节律的涨落  
4.1 心脏节拍的涨落<sup>[10]</sup>

图 6 是人体心脏跳动节拍间隔涨落的测定结果。图中横轴是频率,纵轴是频谱密度,两轴均取对数坐标。显而易见,两者之间呈  $1/f$  型直线关系,其梯度为 -1 图 7 是为了便于观察将心跳节拍间隔用平行线来表示的例子。粗略地看,线条间的距离似乎是等间隔的,但仔细观察,则有 10% 左右的心跳节拍间隔或长或短。

4.2 脑电波  $\alpha$  波的涨落<sup>[11]</sup>

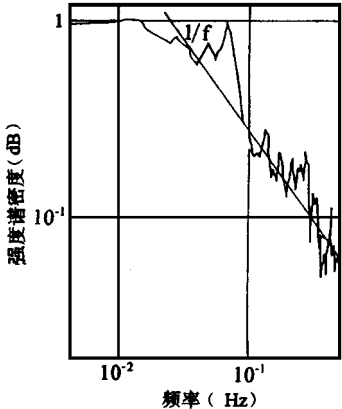


图 8  $\alpha$  脑电波的涨落谱  
Fig. 8 The fluctuation spectrum of  $\alpha$  brain wave

## 5 1/f型涨落谱的特征

### 5.1 1/f型涨落谱和快感

通过上述讨论,可以认为,当人们的感官得到和自身存在着的固有节律涨落一样的涨落型刺激时,会使人感到心神安静,得到某种快感。例如,美好的音乐刺激人的听觉感官,就会感到心情舒畅,因为大部分的音乐作品的节律的涨落呈1/f型的。木材的纹理构造的涨落也是呈1/f型的,因此当木材纹理刺激人的视觉感官时,就会感到心情舒畅,具有某种美的享受,其它具有1/f型涨落形质的效果也是如此<sup>[5]</sup>。

### 5.2 1/f型涨落和自然感

具有1/f型涨落的形质给人以“自然”的感觉,为了从实验上来证明这一点,武者<sup>[12]</sup>对各种条纹图案做了心理比较测验,测验是在18~20岁之间的男女各15名中进行的。用“人工-自然”两对形容词分7个阶段进行评定,大量数据的统计分析结果表明:传统的日本条纹图案人工性强,而具有1/f型涨落的条纹图案则自然感强。

## 6 结语

通过以上的讨论,就可以清楚地知道了人们之所以喜爱木材纹理构造的根本原因,是木材构造纹理的涨落谱和人体生理节律的涨落谱的存在形式一致。因此,我们在进行木质室内环境设计时,应该从上述木质环境学的观点出发来进行操作。对于木材这种生物材料的评价,不仅要材料学的角度,而且还要从木

质环境学的角度,即从更高的层次上去认识木材。随着金属、石油资源的日趋枯竭,可持续性利用的生物材料木材将会越来越受到人们的重视。最近,日本学者提出了二十一世纪的新型材料是所谓“智能性材料”,而生物材料木材则是这一角色的最有力的候补者。这是因为生物材料木材在材料资源生产、加工、利用、废弃物分解和再生利用等各个过程中,和金属、石油类非生物材料相比消耗能源最少,对地球环境的负担最小。当人们即将跨入二十一世纪的时候,如何评价迄今为止的木材科学研究,从现在开始如何进行木材科学研究,木材的功能性研究的利弊又是什么等等,都是值得认真思考的。

## 7 参考文献

- 1 山田正.木质环境学.日本:海青社,1987,65
- 2 山田正.木质环境学.日本:海青社,1987,1~484
- 3 赵广杰.日本林产学界木质环境科学研究.世界林业研究,1992(4)53~57
- 4 辞海(理科上).上海:上海辞书出版社,1978,110
- 5-7 武者利光.自然界的涨落现象.日本:NHK出版,1995,42~66,32~36,59~63
- 8 增田捻.住宅和木材.日本:海青社,1990,90~95
- 9 增田捻.木材纹理模样的数量化研究.材料,1983,(32):892~898
- 10 武者利光.自然界的涨落现象.日本:NHK出版,1995,98~103
- 11 山田正.木质环境学.日本:海青社,1987,70~71
- 12 武者利光.自然界的涨落现象.日本:NHK出版,1995,36~39