

散堆木片热物性参数的测定与研究*

尚德库 王矛棣 田 松

(东北林业大学 哈尔滨 150040)

摘要 本实验利用DRM-1型导热系数测试仪,测定和研究了杨木、桦木、椴木、榆木四种木片在不同含水率时的导热系数、导温系数和比热容(料床绝干密度保持不变)。实验表明,当含水率变化范围为10%~90%时,木片的导热系数随含水率的降低而明显减小,数量级为0.17~0.28 W/(m·K);木片的导温系数随含水率的降低而有所增大,数量级为0.0012~0.0034 m²/h;木片的比热容随含水率的降低而明显减小,数量级为0.4~0.7 kJ/(kg·K)。树种均为阔叶树材,树种对热物性参数几乎没有影响。

关键词 散堆木片;含水率;导热系数;导温系数;比热容

为了合理、有效地利用木片资源,测定和研究散堆木片的热物性参数有非常重要的理论和应用价值。有关研究表明^{〔1〕},目前国内对散堆木片热物性参数的研究尚局限于定温下的绝干木片,实际上,影响散堆木片热物性参数的因素很多,如料床含水率、密度、料床温度、木片几何形状、尺寸及树种等^{〔2〕}。因此,准确测定和研究不同树种的木片,在不同含水率时的热物性参数是十分必要的。

本实验利用DRM-1型导热系数测试仪^{〔3〕}测定和分析了杨木、桦木、椴木、榆木四种东北常见树种削制的造纸木片在不同含水率时的导热系数、导温系数和比热容(保持料床绝干密度不变)。这项研究目前国内尚属先例,除了提供有关测试结果以外,为继续深入研究探索了理论、方法和测试手段,从而对该领域的研究和类似物料的热物性测试起到启迪的作用。

1 测试方法及设备

DRM-1型导热系数测试仪以非稳态导热理论为基础,利用热脉冲法,平板加热,并利用非稳态导热微分方程的解,同时求出

被测材料的导热系数、导温系数和比热容。一维非稳定导热过程可用付里叶导热方程来描述:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: α 为导温系数, $\alpha = \frac{\gamma}{c\rho}$ (m²/h), 其中:

γ —导热系数[kJ/(m·h·K)]

c —比热容[kJ/(kg·K)]

ρ —料床绝干密度(kg/m³);

T —温度(K或℃);

t —时间(s);

x —空间坐标。

试件按如下尺寸制成装料盒:

厚试件盒为长×宽×高=19.7cm×19.2cm×5.4cm,共两个,分置于整体试件上、下;薄试件盒为长×宽×高=19.7cm×19.2cm×1.8cm,一个,置于整体试件中间(图1)。

由于试件长度和宽度远大于薄试件的厚度,约为10倍,故实验中仅考虑沿薄试件厚度方向上的导热,因而为一维导热过程,适用公式(1)。

厚薄试件的厚度比为3:1,方盒的底部使用匀孔纱布罩住。

收稿日期:1993-08-12

*本研究承蒙国家教委优秀青年教师基金资助,就此致谢。参加本项研究的还有蔡力平、艾沐野先生。

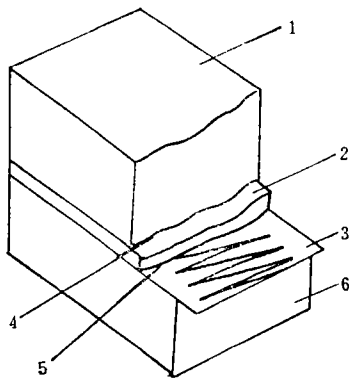


图1 试件的构成及检测装置

1.厚试件盒; 2.薄试件盒; 3.冷面热电偶;
4.热面热电偶; 5.平板加热器; 6.厚试件盒

被测材料为造纸木片, 取自哈尔滨造纸厂, 有关被测材料的粒度分布、木片成分分析详见参考文献〔2〕。

试验前进行木片含水率培养, 达到要求的含水率值, 放入密封容器内 5~7 天, 使其含水率均匀一致。

木片装入方盒后, 保持试件盒表面间的平行, 结合紧密可靠, 相同树种、各次实验间试件的密度差异小于 5%。考虑到取样的随机性和材料的不均匀性, 各含水率水平上重复实验 3~5 次。四种木片料床的绝干密度取值一致, 均为 145kg/m^3 (绝干物质质量/料床体积)。

DRM-1型导热系数测试仪的主要技术特点:

- ① 试验时间短, 使用简单、方便;
- ② 一次试验即可同时测定材料的导热系数、导温系数和比热容;
- ③ 测试仪器本身的误差小于 $\pm 5\%$;
- ④ 可测定密度为 $30\sim 300\text{kg/m}^3$ 、平均颗粒尺寸为 20mm 的干燥或含湿散堆物料的热物性参数。

DRM-1型导热系数测试仪的使用、操作方法详见参考文献〔3〕。

2 实验结果及误差分析

2.1 实验结果

• 6 •

测得的杨木、桦木、椴木、榆木四种木片在不同含水率时的导热系数、比热容和导温系数如图 2、图 3 和图 4 所示。图示的结果表明, 四种木片的导热系数均随含水率的降低而减小, 树种对导热系数几乎没有影响, 原因可能是均为阔叶树材木片所致。当木片料床的绝干密度为 145kg/m^3 时, 在给定的

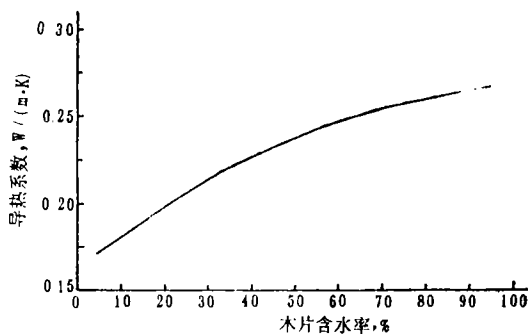


图2 木片导热系数随含水率的变化关系
(杨木、桦木、椴木、榆木木片)

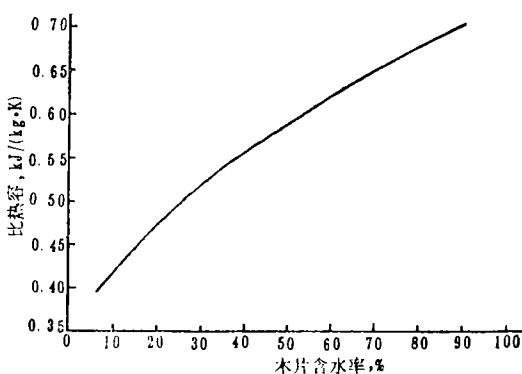


图3 木片比热容随含水率的变化关系
(杨木、桦木、椴木、榆木木片)

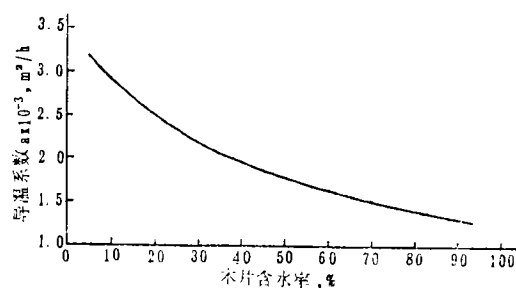


图4 木片导温系数随含水率的变化关系
(杨木、桦木、椴木、榆木木片)

含水率范围内(10%~90%),导热系数为0.17~0.28 W/(m·K)。含水率对木片导热系数产生影响的主要原因是水的导热系数远大于木材和空气的导热系数,因此当含水率增高时,木片料床导热系数增大。

四种木片的比热容均随含水率的增高而增大,树种对比热容的影响可忽略不计。比热容随含水率增大的原因是由于水的比热远远大于空气和木材的比热容。在含水率10%~90%范围内,比热容为0.4~0.7 kJ/(kg·K)。

四种木片的导温系数随含水率增高有所减小。含水率10%~90%时,导温系数0.0012~0.0034 m²/h,约为实体木材的5倍,由于导温系数随含水率增高而减小,说明木片导热系数随含水率增高而增大的速率比比热容随含水率增高而增大的速率小。

2.2 误差分析

本试验结果的主要误差是:

① DRM-1 导热系数测试仪本身的误差,通常不大于±5%;

② 试件制备引起的误差,如填料不匀、填料后几何尺寸变异和取样带来的误差等。这里靠重复实验,取统计平均值来克服,未作具体定量分析;

③ 木片料床含水率不均匀,加热时产生质转移而引起的测量误差。但由于目前国内

外检测热质耦合迁移的手段尚不成熟,故加热时质转移对导热影响的大小尚难以估计。考虑到热脉冲法加热时间短,加热温度低,此项误差在含水率低时会较小,含水率高时,这项误差会较大。

2.3 结论

① 应用热脉冲法测定木片散堆的热物性是可行的,我国有定型设备,如 DRM-1 型导热系数测试仪等,且使用方便、可靠。

② 所测数据的精度可以满足工程实际应用的要求。

③ 由于木片散堆的热物性受含水率、密度、树种、木片尺寸及几何形状等因素的影响,深入研究这些因素与木片热物性的关系是非常重要的。作为这方面研究工作的先例,由于时间和实验手段所限(如对传质现象的检测),本文仅对四种木片的热物性随含水率变化作了研究。随着研究工作的深入和实验手段的改进,对其他有关因素的研究仍待进行,测量精度尚需提高。

3 参考文献

- 1 中国建科院建筑物理研究所. 建筑材料热物理性能. 建筑工业出版社, 1978
- 2 尚德库等. 木片工程与物理. 东北林业大学出版社, 1991, 307
- 3 天津建筑仪器厂. DRM-1型导热系数测试仪使用说明书. 1989

Measuring the thermophysical parameters of wood chip aggregates

Shang Deku Wang Maodi Tian Song
(Northeast Forestry University Harbin 150040)

Abstract Heat conductivity, mass heat capacity and thermal conduction of four kinds of wood chip, which were produced from poplar, birch, basswood, elm trees, were measured and analysed by using DRM-1 Heat Conductivity Equipment. When moisture content changed (dry density of chip bed keeping unchanged) from 10% to 90%, the results got from the experiment were that: the

(下转第20页)

的最佳工艺参数是: PEG浓度为60%, 浸渍时间7天, PEG吸收量为 $20\text{kg}/\text{m}^3$, 采用生材或高含水率木材, 其抗收缩效果较好。

3.2 用PEG作增容剂注入木材, 其抗干缩系数可达80~90以上。

3.3 对于干燥时间较长、干燥基准难掌握、在干燥过程中易开裂翘曲的阔叶树材, 用PEG处理可以保持木材原来的花纹、色泽, 提高其尺寸稳定性。

3.4 用60%PEG处理马尾松、江南桧木等, 每 1m^3 木材仅需PEG20~60kg, 成本略高于木材价格, 但处理后由于尺寸稳定性好, 变形小, 相对地讲节约了木材, 降低了成本。

4 参考文献

- 1 柯病凡主编. 安徽木材. 安徽农学院出版, 1964
- 2 柯病凡. 怎样防止木材的胀缩翘曲和开裂. 安徽林产工业, 1985
- 3 尹思慈. 聚乙二醇处理木材的研究. 南京林学院学报, 1984
- 4 罗杰·罗维尔(美)主编, 刘正添等译. 实木化学. 中国林业出版社, 1988
- 5 Stamm A J and R H Bacchler. Decay resistance and dimensional stability of five modified woods, *Forest Prod. J.*, 1960, 10 (1): 22~26
- 6 Rowell R M, Tillman A M, Liu Zhongtian. Dimensional stabilization of flakeboard by chemical modification. *Wood Science and Technology*, 1986, 20: 83~95

A study on the modification of Masson's pine, oak and Jiengnan alder with polyethylene glycols

Li Xiaoli Yue Cuiyin

(Inst. of Forest products, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract The paper deals with the wood dimensional stability of three species, *Pinus massoniana*, *Quercus acutissima*, and *Alnus trabeculosa*, treated with polyethylene glycol (PEG). The optimum treatment conditions were found from the experiment. The dimensional stability of wood treated with PEG was satisfactory. After a period of natural storage, the antishrink efficiency of treated wood was more than 80% and the decay resistance of the wood was also proved.

Keywords Polyethylene glycols; Dimensional stability; Antishrink efficiency

(上接第7页)

values of heat conductivity of all kinds of wood chip decreased significantly with the decreasing of moisture content and ranged from $0.17\sim0.28\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$; the values of thermal conduction decreased with the increasing of moisture content and ranged from $0.0012\sim0.0034\text{m}^2/\text{h}$; the values of mass heat capacity decreased with the decreasing of moisture content and ranged from $0.4\sim0.7\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. The influence of the species of broad leaved trees chip on the thermo-physical parameters was not found.

Keywords Wood chip aggregates; Moisture content; Heat conductivity; Thermal conduction; Mass heat capacity