

国际标准中木质包装热处理最低温度的判定

宋杰 (南京出入境检验检疫局, 江苏南京 210001)

摘要 [目的]解决 WTO《SPS 协议》下植物检疫措施 ISPM15 标准中热处理指标判定科学性的问题,避免因判定产生的误区导致该标准在执行过程中处理结果无效,降低有害生物疫情传播的风险。[方法]设计了不同采样点样本温度试验,运用标准 SN/T2371-2009 中提及的美国森林产品实验室 Simpson 等人的预测模型理论公式,对木质包装堆放的样本内部温度分布进行理论推导,探讨样本内部温度分布对温度判定的影响、木质包装的堆放对最低温度判定的影响、窑体内温度场对温度判定的影响。[结果]提出了一种科学判定标准中最低温度的方法和原则,即具有代表性的样本温度判定位置只需要控制在中心点附近即可,但建议将判定温度提高 5%;最低温度的判定样本的厚度不是与最厚的木质包装一致,而是应该选择整窑包装中堆放紧密的总厚度最大值作为样本(如样本厚度是 5 cm 时,使用木材中心温度记录仪 6 cm 样本;若样本厚度是 6 cm,使用木材中心温度记录仪 8 cm 样本);样本的位置需要根据窑体实测温度场的情况选择低温点放置;所有的影响因素中样本的厚度对温度判定的影响最大。[结论]在这个原则和方法下,样本的指示温度可以作为整批处理对象是否符合国际标准的判定依据。

关键词 ISPM15 标准;指标温度;判定;木质包装;热处理

中图分类号 S784 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11983-03

Judgment of Minimum Temperature in Heat Treatment of Wood Packaging in International Standards

SONG Jie (Nanjing Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Nanjing, Jiangsu 210001)

Abstract [Objective] To improve the scientificity of heat treatment judgement indicators mentioned in ISPM15 standard, avoid invalid execution results and reduce the risk of pest outbreak. [Method] Temperature experiments were conducted in various sample plots, using prediction model theory formula provided by Simpson from USA Forest Products Laboratory mentioned in SN/T2371-2009, theoretical derivation was conducted on inner temperature of wood packaging stacking. Effects of inner temperature, wood packaging stacking and temperature field on judgement of temperature were discussed. [Result] A scientific method and principle for judging minimum temperature was proposed, namely representative judgement position should be fixed around the central point, it was suggested that the judgement temperature should be improved by 5%; width of sample wood is not consistency with the thickest wood packaging(for example, when wood width is 5 cm, wood center temperature recorder is 6 cm; when wood width is 6 cm, temperature recorder is 8 cm); minimum temperature position for sample wood was selected according to measured temperature field; wood width has the most significant influence to temperature judgement. [Conclusion] Under this principle and method, the indicated temperature of sample wood can be used as judgment evidence of whether the whole batch of objects are in accordance with international standards.

Key words ISPM15 standard; Indicated temperature; Judgment; Wood packaging; Heat treatment

WTO《SPS 协议》下植物检疫措施 ISPM15 标准中提及的最低温度如何判定一直是企业与监管部门的困惑,如何保证样本的指示温度能作为整批处理对象的判定指标目前还没有科学论证。在以往的研究中认为检验检疫热处理与木材干燥的主要区别在于热处理升温阶段温度的要求较木材干燥高,热处理在升温阶段要求木心温度最低达到 56℃,但在处理中经常出现诸多问题。在研究热处理失效因素的过程中,有学者认为可能是中心温度或持续时间没有达到标准的要求,或者是原材料经打捆热处理而不是做成卡板一块一块堆放在一起处理的问题;也有人认为打孔放置温度探头记录热处理过程中的材心温度存在技术缺陷,热处理过程中控制系统的温度探头无法准确测量材心温度等等^[1-5]。但是在实际应用过程中的确发现了处理效果不能达到实际要求的现象,因此认为实际操作中木质材料热处理除害的关键在于如何确定木材的中心温度^[6],为此研究人员设计了相关的数学模型以及科学试验^[7-8]。

现行的方法对所测木质包装温度能够准确指示,但作为整批处理的包装不具有实际判定意义,或者说不能科学地代表整批被处理包装的结果。该文通过理论公式的推导并结合试验数据,提出在整批处理过程中如何科学地判定标准中所述的最低温度,同时对样本的温度判定提出了温度指示合理区域的假设。通过温度指示合理区域可以判定样本的最低温度,根据理论公式和试验提出主要参数影响规律,根据这个规律科学选择样本并放置在同批处理的木质包装的具有代表性的位置,就能根据样本的温度读数,科学地判定整批包装的处理是否符合国际标准要求,这样就可以减少因判定方法不科学而导致的处理效果无效的情况,同时降低有害生物随之传播的风险。

1 材料与方法

1.1 样本温度试验 采用厚度为 16 cm 的标准长方体样本木,横截面为 16 cm × 16 cm,长度 40 cm,在侧面距离横截面 14 cm 处中间位置每间隔 2 cm 依次钻孔 I、II、III、IV,深度依次为 14、12、10 和 8 cm,埋置温度记录仪(杭州泽大 ZDR 系列多通道温度记录仪),放置在恒温恒湿箱中约加热 24 h,预热温度 25℃,以保持木材初温一致,加热温度设置 65℃,试验重复 3 次,各点温度最高值取平均。

1.2 木质包装堆放影响推导 研究木质包装堆放产生的差异,使用标准 SN/T2371-2009 中提及的美国森林产品实验室 Simpson 等人的预测模型进行理论推导计算。

基金项目 国家质检总局基金项目(2012IK277)新型太阳能应用于热处理技术的基础研究;江苏出入境检验检疫局项目(2009KJ47)环境参数数学模型在木质包装热处理中的应用研究;中美合作子课题。

作者简介 宋杰(1978-),男,山东掖县人,工程师,硕士,从事植物检疫等方面研究。*通讯作者,吴晶,女,河南新乡人,农艺师,硕士,从事植物检疫研究。

收稿日期 2014-07-28

2 结果与分析

2.1 样木内部的温度分布 样木不同厚度位置达到的最高温度不同,最低温度在IV点位置,III、IV两点温度差 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,厚度差异比25%;II、IV两点温度差 $1.01\text{ }^{\circ}\text{C}$,厚度差异比50%;I、IV两点温度差 $1.74\text{ }^{\circ}\text{C}$,厚度差异比75%。图1为多通道温度记录仪记录下来的4个位置温度变化情况。

表1 加热过程中木块不同位置达到的最高温度

序号	钻孔深度	对应厚度	最高温度
	cm	cm	平均值// $^{\circ}\text{C}$
I	14	2	63.57
II	12	4	62.84
III	10	6	61.93
IV	8	8	61.83

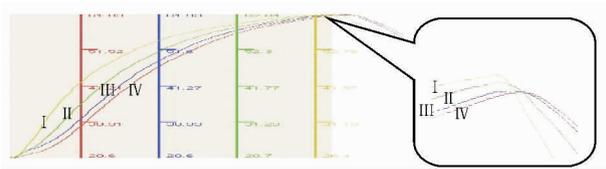


图1 木块加热过程温度曲线

2.2 堆放方式使用公式计算差异 单个木质包装A厚度为 d ,木材中心位置如图2上所示,样木厚度为 A ,温度探头的埋置深度应为 $d/2$ 处,记录温度为 T_A ;当两个同样的木质包装A层叠摆放后,其总厚度为应为 $2d$,木材中心温度如图2下所示,样木厚度应设定为 B ,探头的埋置深度应为 d 处,记

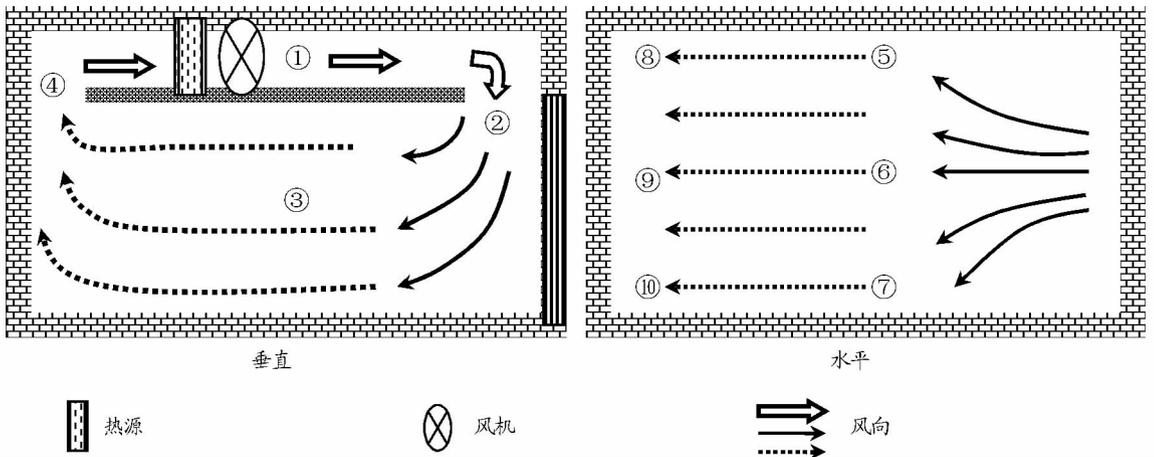


图3 热处理窑风场示意图

3 讨论

3.1 样木内部温度分布对判定的影响 加热过程中木材中心点温度可能不是最低温度。在持续加热模式下(热处理窑未发生异常情况下),木材中心点与邻近位置(25%差异范围内)达到的最终温度差异不大(一般在 0.16% 以内),并且在理论上最低温度点常常在偏离中心点位置。所以,认为这与木材的热传导性能有关,木材在由外向内加热时,热传导速率与内部结构直接相关。只有在木材内部结构完全均匀且外部参数一致的情况下,热传导速率才能相同,最低温度才有可能在木材中心点。但在实际中木材内部的结构完全不

录温度为 T_B ,两种情况在相同的加热条件下达到的温度完全不同。

假定: $t, T_{ht}, T_{init}, M, G$ 均为固定值,则

$$t = 45.36 (T_{ht})^{-2.954} (T_{ctr})^{2.996} (T_{init})^{-0.2616} (D)^2 M^{-0.0946} G^{0.2158} \quad (1)$$

式中: t ——到达目标温度预计的时间(min); T_{ht} ——加热温度($^{\circ}\text{F}$); T_{ctr} ——目标温度($^{\circ}\text{F}$),文中所求的中心温度; T_{init} ——木材初温($^{\circ}\text{F}$); D ——正方形边长(in),文中为木材厚度 d ; M ——木材含水率,%; G ——基本比重(g/cm^3)。

得出: $T_A/T_B = 4^{-2.996} = 1.5884$,即同样相同的木质包装叠加后,木材中心的温度差值高达1.5884倍。

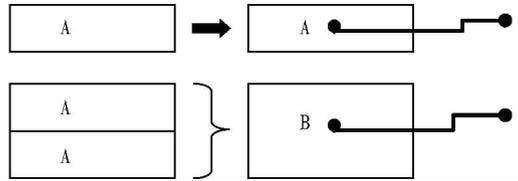
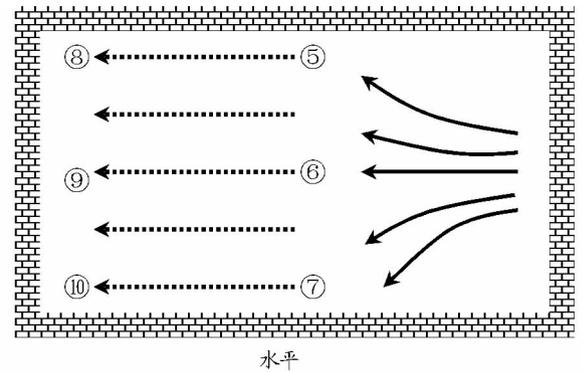


图2 木块叠放对温度测量点影响的示意图

2.3 风场对温度场的影响 热处理窑内的温度场受热源与风场的影响。如图3所示,垂直方向的温度高低顺序依次为①>②>③>④;水平方向的温度高低顺序为⑤>⑧,⑥>⑨,⑦>⑩。根据SN/T2371-2009附录A中热处理库的技术要求,热处理库投入使用前温度场各点温度差异不得 $\geq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,但如果木包装堆放后改变了风场必然会影响到温度场分布,因此在实际处理中温度差异可能会超过 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。



是均匀的,外部环境也可能完全相同,因此热传导速率一定存在差异。这样一来,木材中心点的温度就与中心点发生偏离。如此看来,ISPM15号出版物在2009年修订时已经发现了这个问题,所以将“木材中心温度”的表述改为“木料整体达到最低温度”。

3.2 木质包装的堆放对最低温度判定的影响 木材堆放方式对加热过程产生显著影响,通风导热良好的单层木质包装的加热速率远远高于通风不良堆放紧密的木质包装。堆放方式影响温度认为有两个方面:第一,堆放紧密等同与加热对象的厚度增加,而厚度是影响加热温度的最主要因素之

一;第二,堆放紧密影响加热环境通风,导致加热对象下风向方向受热面明显偏低,进而影响升温速率。

3.3 窑体内温度场对温度判定的影响 窑内温度场是不均匀的,排除包装堆放的影响,窑内温度场受循环风速的影响呈现一定规律,一般情况下以热源为温度的最高点,按照风的循环方向呈下降趋势,若窑内风向为双向循环,温度随风向改变也会发生变化,双向循环的热处理窑内温度场受包装摆放的影响而呈现不规则情况,这对样木的摆放制造了难度。不过一般来说,窑内的温度场内的几个特征点基本上可以代表着最高与最低温度,分别是循环风口方向的近地面与顶部,中心位置近地面、中心点与顶部,两侧的底部、中心与顶部。不同窑体受地面、墙面、库门等保温条件以及循环风机等影响因素,温度场会有差异,这需要企业自己通过实测后对特征点进行记录,在实际生产中摸索。

4 结论

(1) 样木温度的测定。根据“3.1”中讨论结果得出具有代表性的样木温度判定位置只需要控制在中心点附近即可,但建议将判定温度提高 5%,以确保处理过程和结果能够符合要求。

(2) 样木厚度的选择。根据“3.2”中的讨论,建议最低温度的判定样木不是与最厚的木质包装一致,而是应该选择整窑包装中堆放紧密的总厚度最大值作为样本,在厚度确定后还应该适当考虑含水率,材种密度等因素,这里可以参照使用该研究设计的木材中心温度记录仪向上取偶数的方法使用(即样本厚度是 5 cm 时,使用木材中心温度记录仪 6 cm 样木;若样本厚度是 6 cm,使用木材中心温度记录仪 8 cm 样木)。

(3) 样木位置的要求。样木的位置需要企业根据窑体实测温度场的情况选择低温点放置,这样才能保证在样木的最低温度达到标准要求的同时,窑内所有处理对象均符合标准要求,使得样木的读数具有实际判定意义。

(4) 判定方法的原则。样木厚度的选择是至关重要的,

(上接第 11977 页)

(2) 随着首个喷孔等效半径的增大,整个覆盖区域单位面积流量会有所增大,但等效喷孔系列的半径会变得更加分散,这是由于随着首个喷孔等效半径的增大,在进水口压力不变情况下,后续喷孔处压强会有所减小所致。

(3) 当进口压力发生波动时,对整个覆盖区域单位面积流量均匀度的影响不大,入口压力从 30 N 波动到 25 N 时,单位面积流量的最大偏差小于 0.5%,所以,允许进口压力有一定的波动。

样木选择厚度超过单一或者堆放紧密的厚度最大值向上取整或适当增加,在取整或适当增加后对木材的含水率、材种密度等参数可以忽略。当然最好选择材种密度大的作为样木,这样将更具有代表性;样木温度的测定探头放置在中心点附近即可,合理的误差范围显示的指示温度对处理的结果没有影响;样木放置的位置必须选择窑内风场的最低值处,这点非常重要,如果不能完全确定,可以在风场的基本特征点均放置样木,以温度最低的样木作为判定指示。

5 结语

对木质包装热处理最低温度判定提出了基本原则。在该原则下,样木的指示温度可以作为整批处理对象是否符合国际标准的判定依据,可以认为处理的结果会是令人满意的。如果原则中提到的几个方面有未达到,则认为样木的指示温度可以代表整批对象的处理结果是不科学的。因此,建议企业和监管部门应该重视国际标准执行过程中的判定方法和原则,这将对标准的执行起到重要的作用,同时也希望国际植物保护组织(IPPC)秘书处制定标准的时候能一并考虑到结果判定的原则和方法。

参考文献

- [1] SIMPSON W T. Estimating heating times of wood boards, square timbers, and logs in saturated steam by multiple regression[J]. *Forest Products Journal*, 2006, 56: 26-28.
- [2] 宋杰,许忠祥,王建斌,等. 太阳能结合辅助加热型节能热处理窑的理论设计[J]. *中南林业科技大学学报*, 2013, 33(1): 99-103.
- [3] 詹国平,王新,李丽,等. 木质包装热处理国际标准对松材线虫有效性的试验研究[J]. *植物检疫*, 2009, 23(4): 1-6.
- [4] 李一农,李芳荣,郑文华,等. 国外木质包装热处理除害失效原因分析[J]. *植物检疫*, 2005, 19(5): 283-286.
- [5] 阎升,林何燕,张士才,等. 日本输华木质包装热处理现状及技术缺陷[J]. *植物检疫*, 2003, 17(2): 127-128.
- [6] 陈其生,方丹阳. 试述木质材料热处理中心温度确定方法[J]. *植物检疫*, 1999, 13(6): 346-348.
- [7] 詹国平,李丽,王跃进,等. 杨木板材干热处理时间预测模型的建立[J]. *植物检疫*, 2008, 22(6): 337-342.
- [8] 戚龙君,宋绍祚,严振汾,等. 热处理杀灭木质包装中松材线虫的技术研究[J]. *植物检疫*, 2005, 19(6): 325-329.

参考文献

- [1] 王瑗,盛连喜,李科,等. 中国水资源现状分析与可持续发展对策研究[J]. *水资源与水工程学报*, 2008, 19(3): 10-14.
- [2] 韩文鑫,吴普特,杨青,等. 喷灌水量分布均匀性评价指标比较及研究进展[J]. *农业工程学报*, 2005, 21(9): 172-177.
- [3] 仪修堂,窦以松,兰有才,等. 中心支轴式喷灌机喷头配置方法及其数学模型[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(2): 117-121.
- [4] 严海军,姚佩佩,朱勇,等. 圆形喷灌机喷头配置技术与软件研究[J]. *农业机械学报*, 2011, 42(6): 84-88.
- [5] 王华,曹刚. 基于 ANSYS 的含液容器流固耦合模态分析[J]. *重庆科技学院学报*, 2006(2): 67-69.
- [6] KINCAID D C. Application rates from center pivot irrigation with current sprinkler types[J]. *Applied Eng in Agric*, 2005, 21(4): 605-610.