

微波加热在纱线烘干中的应用

王栋

(恒天重工股份有限公司,河南 郑州 450001)

摘要:介绍了微波加热的基本原理及特点,分析了使用其产生的经济效益和社会效益。微波加热具有加热迅速、干燥均匀、高效、环保等优点;且微波加热整理的产品具有更好的手感和柔软度,无泛黄、无褪色,改善了纱线延展性,增强了纤维色泽;另外,与蒸汽加热烘干以及射频加热烘干相比,在每小时烘干 98 kg水、每天工作20 h、每年工作300天的条件下,微波加热烘干比蒸汽加热烘干每年节能40.8%,比射频加热烘干每年节能24.9%,且微波加热烘干机每台运营维护费用比射频加热烘干机节省4.5万元,表明微波加热具有显著的节能、降耗的特点。指出了微波加热值得进一步深入研究的方向。

关键词:微波加热;蒸汽烘干;射频烘干;纱线烘干;筒子纱

中图分类号:TS 190

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2012)09-0040-02

微波加热技术是一种高效、节能、环保、安全,兼有杀菌功能的新型干燥技术,已广泛应用于食品、化工、建材等领域^[1-2],在纺织纤维烘干领域中的应用正在初步开发。

1 微波加热原理

微波是频率在 $3.0 \times 10^2 \sim 3.0 \times 10^5$ MHz 之间,具有穿透性的一种电磁波,其方向和大小随时间作周期性变化。当电磁波以 915 MHz 或 2 450 MHz (在我国工业加热上只允许使用 915 MHz 或 2 450 MHz) 穿透某含水物料时,因水分子是极性分子,所以物料中的水分子极性会以每秒 915 亿次或 2 450 亿次变化,由于分子热运动无规律性和极化分子有规律性变化极高,因而在分子之间会产生类似摩擦的热效应,使热量在极短时间内从物料内部向各处均匀地扩散,物料温度

急剧升高,其内部水分子迅速汽化、蒸发出来,达到快速脱水、干燥的目的。

2 微波加热特点

2.1 加热迅速

微波加热与传统的烘干方式不同,不需热传导过程,它是使被加热物料本身成为加热体,因此即使是热传导性较差的物料,也可以在极短的时间内达到加热温度。

2.2 干燥均匀

不同性质的物料对微波的吸收损耗不同,即微波加热具有选择性加热的特点,这对于干燥过程十分有利。因为水分子对微波的吸收损耗最大,所以含水量高的部位吸收的微波功率就会多于含水量较低的部位,干燥速率加快,从而使材料整体干燥速率趋于一致,不会出现外焦内生的现象。

2.3 节能高效

由于含有水分的物质极易吸收微波而发热,因此,除少量的传输损耗外几乎无其他损耗。

2.4 易实现自动化控制

只要控制微波功率即可实现加热或终止,没有热惯性,操作灵活方便。应用 PLC(可编程逻辑控制器)人机界面可进行加热工艺过程规范的编程自动化控制,它有完善的传送系统,能够确保连续化生产,节省人力。

2.5 安全无害、环保

微波是控制在金属制成的加热箱内工作的,微波泄漏会被有效抑制,不存在放射性有害气体的排放,不产生余热和粉尘污染,既不污染实物也不污染环境,能够改善旧加热设备排出毒性挥发物的缺点,并改善工人的高温作业环境。

作者简介:王栋(1978—),男,工程师。主要从事机械设计、开发工作。

2.6 提高产品品质

由于微波加热效率高、温度低,水蒸汽由里向外层迁移,纱筒内层产生较大蒸汽压力,类似蒸纱的效果,因此提高了纤维强度,烘干后的产品手感好,纱线颜色前后色差小,纤维无染色泳移现象。

3 实际应用

将卷绕密度为 0.4 g/cm³、含水率为 26%的筒子纱卷分别在蒸汽烘干机、斯达拉姆 SP01-85 射频烘干机和山东科弘 KH-80HPTN10 微波烘干机上实验,烘干效果对比如表 1 所示。

由表 1 证实,对于相同的织物,微波烘干机烘干后的效果最好。由于微波加热过程不需要热传导,里外一起热,但因为表面容易散热,所以往往是内部温度高于外部,温度梯度方向和水分梯度的方向相同,传热和传质方向一致,促使内部水分迅速蒸发,形成内部压力梯度,水分很快扩散到表面挥发,使干燥时间大为缩短。

4 经济效益分析

以每小时烘干 98 kg 水、微波烘干机输出功率 80 kW 为例,若每天工作 20 h,每年工作 300 天,蒸汽烘干机、斯达拉姆 SP01-85 射频烘干机和山东科弘 KH-80HPTN10 微波烘干机每年所需能源消耗费用对比情况如表 2 所示。

结合表 2 以及实际使用情况,可以计算各机器每年的耗能费用(元)。

蒸汽烘干机:

$$300 \times 20 \times 98 \times 0.396 \div 30\% = 776\ 160$$

射频烘干机:

$$300 \times 20 \times 98 \times 0.728 \div 70\% = 611\ 520$$

微波烘干机:

$$300 \times 20 \times 98 \times 0.664 \div 85\% = 459\ 332$$

因此可看出,微波加热比蒸汽

表 1 3 种烘干方式的效果对比

机器类型	蒸汽烘干机	射频烘干机	微波烘干机
烘干温度/℃	85~90	70~80	70~80
烘干时间/h	3.5~4.0	3.0	2.5
烘干效果	外焦内湿、褪色、板结	均匀性好、色差小、手感好	均匀性好、纤维弹性好、手感更柔软

表 2 3 种烘干方式年能耗对比

机器类型	蒸汽烘干机	射频烘干机	微波烘干机
去除 1 kg 水所需能源	1.80 kg 水蒸汽	0.91 kW·h	0.83 kWh
能源单价/元	0.220	0.800	0.800
去除 1 kg 水所需费用/元	0.396	0.728	0.664
能源利用率	30%	70%	85%
每年耗能费用/万元	77.616	61.152	45.933

烘干机节能 40.8%,比射频烘干机节能 24.9%。这是由于普通电加热、蒸汽加热的能源利用率仅在 30%左右,其大部分能源会被周围环境、设备外壁吸收或被排风设备抽走,而微波频率是射频频率的 90 倍^[3],所以综合来说微波加热节能更显著。

微波加热与射频烘干相比,另一优势是运行成本低。射频三极管与微波磁控管的寿命基本相同,但价格相差很大,以 80 kW 的机器为例,射频三极管约 6.5 万元/台,而微波磁控管总价仅约 2.0 万元/台,因此每台可节约费用 4.5 万元。

5 社会效益分析

微波加热有效解决了传统烘干资源消耗问题,提高了烘干质量,实现了筒子纱、绞纱及散纤维烘干绿色化生产,符合纺织印染行业节能减排的发展趋势。微波加热是蒸汽烘干、射频烘干技术的再次升级,它节能、高效、成本运营低,具有广阔的应用前景,将改造传统产业,提升企业的装备水平。

6 结束语

微波加热是一种新的烘干方法,但现在对物料的微波加热研究

还不够深入,要充分发挥微波加热的优越性,必须对其作更广泛和深入的研究:

- 了解物料各特性对微波加热的影响,并实现量化研究;
- 加强各种物料微波加工工艺以及微波加热设备的综合研究与开发,实现微波加热的在线检测与控制;
- 通过理论分析、实验研究和数字模拟,深入研究微波场中物料传热、传质机制,建立热、质迁移模型,实现对物料加热过程较精确的数学模拟;
- 研究微波加热与其他现有技术的有机结合方式,如微波加热与真空干燥的联合,以充分发挥各种技术方法的优势,实现微波加热过程的最优化。

参考文献

- [1]钱鸿森.微波加热技术及应用[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1985.
- [2]王邵林.微波加热技术在食品加工中应用[J].食品科学,2000,21(2):6-8.
- [3]任进和,于光.射频烘干机在染纱生产中的应用[J].染整技术,2005(3):52-53.

收稿日期 2012 年 2 月 15 日