

实用技术

木材干燥窑的保温性与节能分析

戴增安

摘要 常规砖砌壳体木材干燥窑热能消耗大,节能潜力很大。本文通过对窑体保温材料和大门气密、保温性能改进措施的分析及应用,结果表明,壳体热损失减少60%以上,总能耗可减少12%以上,节能效果显著。此外对用热油作为导热介质,也探讨了其节能的可行性。

关键词 砖砌干燥窑;硬聚氨脂泡沫塑料;油

Analysis of Thermal Insulation and Energy Saving of Wood Drying Kilns

Dai Zeng'an

(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract The heat consumption of the conventional brick and concrete kilns is quite high and there is a great potential of energy saving. It was proved in practice that equipped with polyurethane foam layers and air-tight doors, thermal insulation of the kilns can be remarkably improved. The heat lose of the dryer chamber and the total energy consumption were reduced by 60% and 12% respectively. The feasibility of using oil as an intermediate of heat transfer for energy saving also was discussed.

Keywords Brick and concrete kiln; Polyurethane foam; Oil

目前工业上最常用的木材干燥方式是常规蒸汽干燥。干燥过程中,除了用于干燥木材的正常热能消耗之处,还有相当数量的热量经干燥窑的窑体、大门、地面等散失,损失的热能占总能耗的20%左右^[1]。因此通过改进干燥设备性能,如提高窑体、大门的保温性等,在节约能源方面有十分重要的意义。

1 干燥窑的保温性能及节能潜力

国内常规蒸汽干燥窑中,砖砌壳体干燥窑所占比例最大,约80%,一般由用户按图自行建造。砖体窑窑体坚固,耐气候性好,干燥设备所需部件安装方便,但最大缺点是窑体的保温性能差,内壁防腐性不好,造成墙体漏气,导致严重的热能损失。因此,提高墙体的保温性能、防止墙体漏气,是木材干燥中重要的节能环节。

砖窑的保温性能与其自身的防腐性有关。木材干燥过程中,除大量的水分蒸发外,还有多种腐蚀性物质,如甲酸、乙酸、单宁等同时挥发。这些混合气体部分在墙体内壁凝结,墙体的保温性能越差,凝结越多。这些凝结水对墙体有腐蚀作用,使用一年后的砖窑发现内壁水泥砂浆粉化严重,平面粉化深度在3~5 mm,腐蚀深度达8~10 mm;另一方面由于砖窑窑体长期处在温差大、温度变化急剧的条件下,多次热膨胀、冷缩的结果使砖壁撕裂,发生不规则裂纹,致使热量直接经墙体外逸,造成砖壁漏气,使窑内温度、湿度均处在不均匀状态,严重影响木材干

燥质量。

由于上述原因,砖体结构木材干燥窑能耗较大,一座30 m³的砖体结构木材干燥窑与同样规模的10 cm厚硬聚氨酯泡沫塑料的金属壳体干燥窑相比,每年需多耗煤40多吨^[2]。可见节约能源与干燥窑墙体的保温性能有紧密的关系。

2 干燥窑保温性能的改进措施及应用

2.1 金属壳体木材干燥窑

随着建材工业的高速发展,国内外出现了不少的新型保温材料,硬聚氨酯泡沫塑料就是一种性能优良的保温材料,广泛在冰箱、冷库、保温车等方面应用,其热导率($\lambda = 0.019771 \sim 0.02326 \text{ W/m} \cdot \text{K}$),远远低于玻璃棉($\lambda = 0.040705 \text{ W/m} \cdot \text{K}$)。把它作为保温材料用在金属壳体的木材干燥窑上,壳体的热损失可减少60%以上,总能耗可减少12%以上,克服了砖窑存在的易腐蚀、窑体产生裂纹、漏气等缺陷。经实践证实,采用性能优良的防腐蚀纯铝板及硬聚氨酯泡沫塑料,在先进的加工工艺技术下制成的金属壳体窑的板壁,壳体厚度在8~10 cm,使用寿命在10~15年以上,占地面积小,单台安装时间仅1~2星期,窑体使用中维修量很小,是要求见效快、产品质量高的企业的最佳选择。

2.2 现有砖窑窑体保温结构的改进

如对无锡某木材厂砖窑的改进,表面覆盖1 mm厚纯铝板,取得了良好的保温、防腐蚀效果,达到了节能的目的。具体做法如下:

(1)先在砖窑内壁和窑顶用耐腐蚀材料固定间隔30~40

收稿日期 1996-12-18

戴增安:中国林科院木材工业研究所工程师 北京 100091

cm的方框,方框的厚度与硬聚氨酯泡沫板厚度一致,为3~5 cm

(2)按方框内框尺寸剪裁硬聚氨酯泡沫塑料板,镶嵌在方框内。

(3)上面覆盖1 mm厚纯铝板,压紧并用铝铆钉固定。

(4)铝板连接处及铝铆钉孔处用耐高温硅胶密封堵严,结构形式见图1

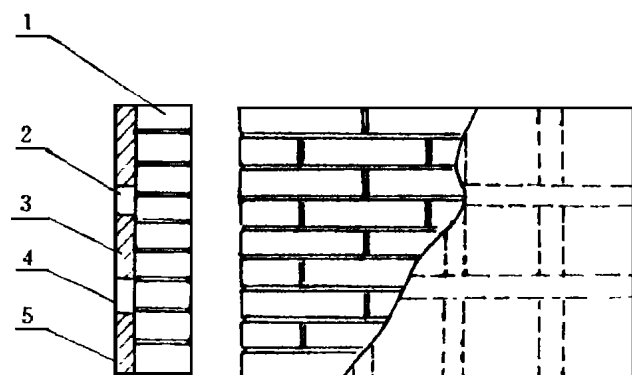


图1 砖窑壳体保温结构

1.砖体墙;2.框架;3.硬聚氨酯泡沫塑料板;4.铝铆钉;5.纯铝板

上述方法制做简单,保温、防腐蚀性能可靠,经几年的实际使用,效果很好,保护了砖窑的窑体结构,其使用性能基本上达到金属壳体窑的特性,木材的干燥质量稳定且造价便宜,适合现有一般砖窑的改造。

2.2 砖窑大门保温性和气密性的改进

早期砖窑大门大都是简易门,如木制门,损坏严重,气密性很差。也有的木材厂采用型钢骨架,内充岩棉、玻璃棉等保温材料。但经使用后,由于气体的侵入,不久就发现有黄锈液从缝隙处流出,因为岩棉或玻璃棉吸水性大,一旦蒸汽侵入将使保温性能急剧恶化,热能损失增大。

采用铝型材做门框架,以硬聚氨酯泡沫塑料做保温层,纯铝板做防腐蚀面的大门,经实际使用,其优良的保温性能和防腐蚀性能,长期使用不变形,气密性好,是目前所采用的各种类型的大门中较好的一种,其主要特性如下:

(1)硬聚氨酯泡沫塑料成型后,具有一定的抗压、抗弯曲强度,在大门框内能作为支承、固定整体的作用,不象其它保温材料,例如玻璃棉门需要框架内连接加强筋板,从而使门的重量比同样大小的玻璃棉、铁框架的门轻1/3到1/2;大门安装方便,吊、转灵活。

(2)硬聚氨酯泡沫塑料的形成结构是由无数很小的互不连通的空腔组成。由于各空腔之间是封闭的,吸水率很低,约2%左右。因此,用它作为大门内保温层,即使大门在使用中发生内外表面铝板的小面积破损,也不会形成导热通道,将热量散发出去。大门内外由于温差、气候形成的凝结水也不会侵入到保温层芯部而降低保温性。

(3)我国南方和北方气候温差较大,合理地设计适合本地区情况的有效保温层厚度,是节能和节省资金的有效途径。参

照国外金属窑的保温层厚度及结合国内实际情况,采用硬聚氨酯泡沫塑料保温层的大门厚度,南方地区6 cm,北方地区8~10 cm足以达到可靠的保温性,比用玻璃棉保温层的大门厚度减少1/3。经实际使用,在干燥木材时大门外表面温度与环境温度差不大于2℃,说明所选厚度是合理的。

(4)大门的气密性是干燥窑设计和制造的重要技术指标。由于大门的气密性不好,漏气严重,可因局部温度、湿度不均匀造成材堆靠门端部易开裂,木材含水率误差大等情况。不少的干燥窑使用耐常温的大门密封条不到一年就会变硬而失效。随着时间的推移,密封条

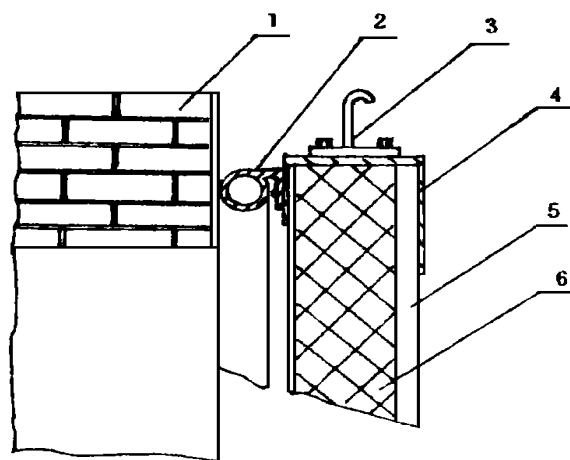


图2 大门保温与密封形式

1.干燥窑;2.密封条;3.吊钩;4.铝框;

5.压型板;6.硬聚氨酯泡沫塑料

表面裂纹增多,造成破损使大门丧失气密性。硅橡胶耐温度达250℃,高温时不软化,低温时不变硬,抗腐蚀性能优良,弹性好,长期使用未发现有裂纹,特别适合在露天及高温、有腐蚀性气体条件下,尤其是采用管状结构形式后,因压紧时变形量大,管道中心有空气,有利于隔热。管壁可较薄,2 mm左右即可保证大门的气密性,经在吊装门、对开门上使用效果显著,见图2。

3 利用热油作干燥热源的节能可行性

工业生产一般都以蒸汽为热交换介质,为了达到供热温度,必须要有相应的蒸汽压力,蒸汽放热后冷凝成水,然后返回锅炉继续加热成蒸汽。一般回水温度在60℃左右(指干燥窑的工况),再将60℃水经锅炉加热到相应压力的蒸汽,所消耗的燃料热能用于水的吸热而没有全部有效地利用在用热设备上,这也是蒸汽锅炉热能系统的能量利用率低的原因。如果用热油代替蒸汽作为热交换介质用于木材干燥,可不改变现有的加热系统布置,使热油在现有的干燥窑加热器中进行循环加热,利用有效的热能,降低燃料的消耗。

3.1 热油系统工作原理

该系统主要由加热炉、循环泵、膨胀箱组成。热油在加热炉

(下转第35页)

而且能耐 400℃ 高温。

4.3 其它性能的试验

其它性能的测试,如冲击韧性、防粘效果、耐磨性等是同深圳光大木业有限公司联合进行现场测试。为该厂提供的 36 块防腐、防粘涂膜热压板是用于 3 层胶合板压机上,每日二班制工作,压机的工作温度为 150℃,压机前后配有装卸板机,工作压力为 1.5 MPa,运行 2 万次,压板表面无磨痕、无脱皮、平整、光滑,效果显著。

5 经济效益分析

设备及专用工装投资 2.5 万元,可形成年处理 300 块的生产能力,年产值可达 50 万元以上,年税利可达 12 万元以上。目前国内约有各类热压板近万块,如每年有 5% 左右需要改造的话,需求量可达 300~500 块。开发的潜力很大,将给企业带来可观的经济效益。

(上接第 33 页)

内加热,由循环泵输送到干燥窑的加热器,在窑内散热后返回加热炉。为了克服热油在低温加热到高温而发生的体积膨胀问题,在加热炉顶部装有膨胀箱,用管路连接在循环系统内,保证系统的供油量,膨胀箱有口与大气连通。见图 3

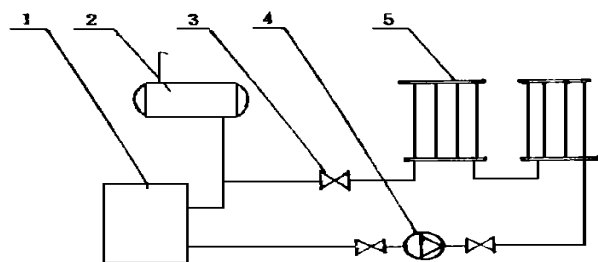


图 3 热油加热的循环系统

1. 加热炉; 2 膨胀箱; 3. 阀门; 4. 热油泵; 5. 加热器

3.2 热油作热交换介质源的特点

与蒸汽干燥木材方式相比,热油干燥有如下特点:

(1) 节约能源。热油是进行液相加热,不改变其物理状态,没有冷凝水的热损失,进、出加热炉的热油温差约为十几度(正常干燥条件下),可节能 10%~20%^[3]。

(2) 热油的热容量大。单位体积热油的热容量比蒸汽大 8 倍。其最大优点是供热量稳定,不会有波动,易于满足干燥工艺上的温、湿度要求,温度控制简单、精确。

(3) 工作压力低。加热炉可在常压下运行,其技术要求等级低于蒸汽锅炉,结构亦简单。输送热油的循环泵工作压力一般在 0.3 MPa,整个系统处于低压、高温状态下运行,安全可靠,技术要求低。

(4) 节省投资。没有蒸汽锅炉和加热系统水结垢问题,毋需水处理设备,对缺水或水质不好地区尤其适用。热油对系统无腐蚀作用,不需经常检修,基建费用少,加热炉价格低廉,比用蒸汽锅炉可节约资金 1/4~1/5 左右(估计数字,可能有差别)。

以该项技术可取代热压板表面包不锈钢衬板。包不锈钢衬板 (4'×8') 每块板的价格为 2 500 元,且需经常更换,原料浪费大,出板效率低。而涂膜处理后的热压板不仅价格降低了 30%,而且由于耐腐蚀不粘板的效果好,使压板的寿命明显提高,也提高了板材的质量和生产效率。若涂层表面有磨损剥落现象,可局部修补,较为方便,费用不高。从给深圳光大木业有限公司加工的 36 块压板反馈的信息表明,经过二年多的使用运行,胶合板的质量有了明显提高,为该公司创造了良好的效益。由此可见,该项技术的研制成功将使人造板压机的热压板表面处理技术产生很大变革,社会效益是十分明显的。

6 用途和应用领域

热压板耐腐蚀、防粘涂膜技术可广泛应用在胶合板、纤维板等各类人造板压机的热压板上,是理想的热压板改造技术和压板的换代产品。

(5) 可满足特殊干燥工艺条件。热油加热系统升温速率快,很容易使温度提高到 100~200℃,这对于低压蒸汽锅炉是做不到的,尤其适合木材高温干燥工艺。

3.3 热油系统技术指标

热油使用温度范围: 0~400℃

热油循环泵工作压力: 0.3 MPa

膨胀箱容积: 1.3~1.5 循环系统热油容积 (m³); 压力为零

循环泵: 采用离心热油泵,工作温度有 200℃ 和 400℃ 两级

阀门: 采用热油系列截止阀,工作压力 ≤ 1 MPa,工作温度 ≥ 系统工作温度

联接: 钢制法兰,铝垫片

有关其他技术问题笔者将另有文章进一步研究探讨。

4 小结与建议

4.1 硬聚氨酯泡沫塑料是一种节能效果显著、使用寿命长、重量轻、制做加工方便的良好保温材料;十分适合现今各种干燥窑做保温材料,应推广使用。

4.2 干燥窑的大门是热量损失的主要环节之一,从长期节能看,采用铝框结构,硬聚氨酯泡沫塑料保温、硅橡胶管状密封条制作的大门是最佳的选择方式。

4.3 热油干燥技术是一项有待发展和推广的节能方式,对于木材干燥节省能耗有着广阔的前景,十分适合于中、小型没有蒸汽锅炉条件的木材厂及边远地区。

5 参考文献

- 何定华. 锯材窑干节能途径的探讨. 木材干燥学术讨论会论文集 (6), 1994 年
- 张锡珍、黄景仁. 木材干燥室设计选材初探. 木材干燥学术讨论会论文集 (6), 1994 年
- 欧国光. 导热油与热油加热技术介绍. 湖南林业工业