

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.04.008

汽车顶棚用轻质 GMT 吸音性能的研究

陈雅君¹, 杨春壮², 王超¹, 马祥艳¹, 钱立军¹

(1. 北京工商大学材料与机械工程学院, 北京 100048; 2. 杭州志和高分子材料有限公司, 杭州 310023)

摘要: 研究了轻质玻璃纤维毡增强热塑性复合材料 (GMT) 板材的面密度、成型厚度、透气率以及 GMT 汽车内饰顶棚与钣金间隙 4 个因素与顶棚吸音性能的关系。结果表明, GMT 汽车内饰顶棚的吸音系数受 GMT 板材面密度的影响不大, 但随成型厚度的增加而增大; 高透气率的顶棚的吸音系数在高频区最大; 增加 GMT 汽车内饰顶棚与钣金之间的间隙可以显著提高顶棚在低频和中频区的吸音系数。

关键词: 轻质 GMT; 吸音系数; 面密度; 成型厚度; 透气率

中图分类号: TQ327.1+1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)04-0031-05

Study of Sound Absorption for Light Weight GMT Automotive Ceiling

Chen Yajun¹, Yang Chunzhuang², Wang Chao¹, Ma Xiangyan¹, Qian Lijun¹

(1. School of Material and Mechanical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China; 2. Hangzhou Zhihe Polymer Co. Ltd., Hangzhou 310023, China)

Abstract: By varying four factors: the areal density, molded thickness, permeability rate of light weight glass mat thermoplastics (GMT) and the gap between car interior ceiling and sheet metal, the relationship between these factors and the sound absorption performance of GMT automotive ceiling were discussed. The results show that the areal density of GMT has very low effect on the sound absorption coefficient, but it increases with the increase of molded thickness. The sound absorption coefficient of the ceiling with the high air permeability rate in the high frequency area is highest. Increasing the gap between the car interior ceiling and sheet metal can significantly improve the sound absorption coefficient of the ceiling in the low frequency and intermediate frequency.

Keywords: light weight GMT; sound absorption coefficient; areal density; molded thickness; permeability rate

玻璃纤维毡增强热塑性复合材料 (GMT) 具有质轻、导热系数低、绿色环保、韧性、刚性、耐冲击性、耐腐蚀性等综合性能优异的特点, 该材料于 20 世纪 90 年代被应用于汽车工业, 用来制造保险杠横梁、座椅及仪表板骨架、车下体保护罩等汽车零部件, 是汽车实现轻量化的主要材料之一^[1-4]。当把 GMT 用于汽车顶棚时, 需要考虑材料的刚性, 声学特性和美学效果。轻质 GMT 是一种新型 GMT, 与传统 GMT 相比具有膨胀倍率高、密度低的特点, 这就使它比传统 GMT 更适合作为汽车内饰顶棚材料^[5]。

汽车内饰顶棚位于乘客头顶与汽车外壳之间, 是汽车内饰中平面面积最大的内饰件, 对于现代汽车来说, 它不仅具有装饰性的作用, 同时还承担着保护乘客头部安全、阻隔由车顶传送的噪音进入车内以及吸收车内产生的噪音的作用。因此, 汽车内饰顶棚吸音性能对汽车噪音的整体控制起着关键性的作用^[6-7]。汽车的噪声性能虽不是汽车的基本性能, 但却是汽车的质量指标, 随着人们对汽车的进一步

认识, 汽车噪声已成为非常重要的一项汽车质量指标, 直接影响到汽车的销售状况和认可度^[8]。因此, 研究 GMT 的吸音性能是非常必要的。

影响 GMT 板材吸音性能的主要因素包括板材的成型厚度、透气率、GMT 板材面密度以及 GMT 汽车内饰顶棚与钣金的间隙 4 个方面, 笔者通过一系列实验, 详细分析和阐述了各个因素与成型后 GMT 汽车内饰顶棚吸音性能之间的关系。

1 实验部分

1.1 原材料

短切玻璃纤维: 平均长度 5 cm, 巨石集团有限公司;

丙纶短纤维: 湖北博韬合纤有限公司;

三层共挤阻隔热熔胶膜、聚酯热熔胶膜、热熔胶网: 杭州志合高分子材料有限公司。

联系人: 陈雅君, 讲师, 主要从事高分子复合材料研究

收稿日期: 2014-01-12

1.2 GMT 汽车顶棚样品的制备

(1) 不同面密度 GMT 板材的制备。

采用无纺梳理工艺,按玻璃纤维:丙纶短纤维质量比为 55:45 的比例投料至无纺设备中,经过铺网、针刺得到不同面密度的混纺毡,然后将无纺毡在 180℃ 的条件下烘烤、加压使丙纶纤维熔化,经冷却得到 800,900 和 1000 g/m² 的轻质 GMT 板材^[9]。

(2) 不同透气率 GMT 汽车内饰顶棚的制备。

GMT 汽车顶棚的生产工艺:①首先将一面贴有热熔胶膜的 GMT 板材在红外加热箱中加热至 190℃^[10],此时由于丙纶短纤维熔化后玻璃纤维松弛并直立,使得 GMT 板材膨胀,膨胀率与 GMT 板材中的玻璃纤维含量有关^[11]。②将面料平铺于 GMT 板材附有热熔胶膜的一侧上,并送入模具中进行冷压成型。

采用上述生产工艺,通过在 GMT 板材的表面贴合不同种类的热熔胶膜获得透气率不同的样品。其中,三层共挤阻隔胶膜透气率最低;聚酯热熔胶膜透气率中等;热熔胶网透气率最高。

(3) 不同成型厚度的 GMT 汽车内饰顶棚的制备。

采用(2)中 GMT 汽车顶棚的生产工艺,通过调整冷却模具的间隙分别为 3,4,5 mm,可得到不同成型厚度的 GMT 汽车顶棚^[12-13]。

1.3 测试方法

采用驻波管法测试顶棚样品的吸音系数,驻波管内径为 10 cm,测量从 1000~6000 Hz 范围内共 6 个声波频率下的吸声系数。实验设备主体是 1 根内壁光滑且坚硬的刚性管,管子的一端安装扬声器,另一端装入直径为 10 cm 的圆形待测样品,驻波管中的声场利用探管测试,声波入射到材料表面后,一部分声波进入材料孔隙,引起孔隙中空气和材料中细小纤维的振动,由于摩擦和粘滞阻力,声能变为热能被吸收;另一部分声波向相反方向反射,入射波和反射波的叠加在内壁建立了驻波。根据 GBJ 88-1985《驻波管法吸声系数与声阻抗率测量规范》,利用探管可以测出声压的极大值和极小值,即可计算材料的吸音系数。

2 结果与讨论

2.1 成型厚度对吸音性能的影响

图 1 为成型厚度分别为 3,4,5 mm 的低、中、高透气率 GMT 汽车内饰顶棚所对应的吸音系数—

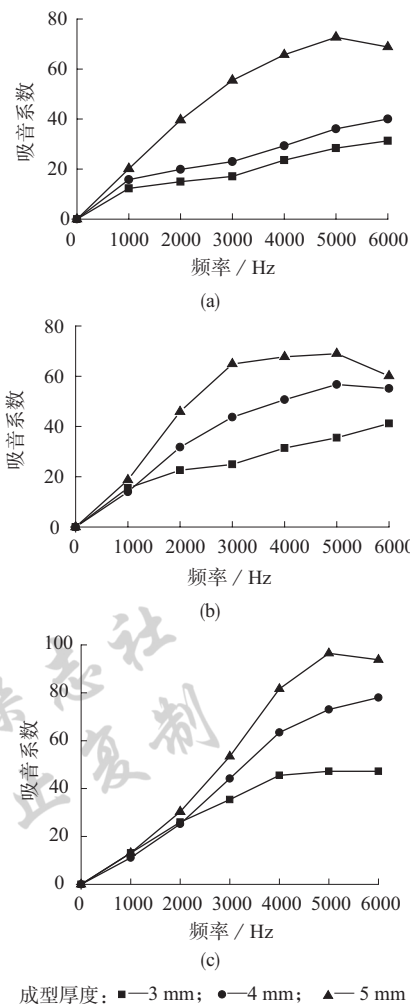


图 1 不同成型厚度且为低、中、高透气率的汽车内饰顶棚的吸音系数—频率曲线

频率曲线。其中,汽车内饰顶棚所使用的轻质 GMT 板材面密度均为 800 g/m²。

从图 1 可看出,汽车内饰顶棚的成型厚度对吸音系数影响很大,无论是在低频(0~2000 Hz)段、中频(2000~4000 Hz)段还是高频(4000~6000 Hz)段,吸音系数总体上随成型厚度的增加而增大,这是因为当成型厚度增加时,GMT 板材的膨胀率增大,使得板材的孔隙率增加,从而不仅增加了声波的射入量,而且使得声波在板材中有更长的传播路径,更多的声波在与玻纤的摩擦和振荡过程中转化为热能,透过汽车内饰顶棚的声波变少,表现为吸音系数提高^[14]。因此,提高成型厚度是提高吸音系数的一个非常有效的手段。

2.2 透气率对吸音性能的影响

当在 GMT 板材表面贴合热熔胶膜时,由于不同种类的热熔胶膜高温下向 GMT 中渗透性不同,

使得最终成型得到的 GMT 汽车内饰顶棚具有不同的透气率^[15]。

图 2 为成型厚度分别为 3,4,5 mm 时不同透气率的 GMT 汽车内饰顶棚所对应的吸音系数-频率曲线。其中,汽车内饰顶棚所用的轻质 GMT 板材面密度均为 800 g/m^2 。

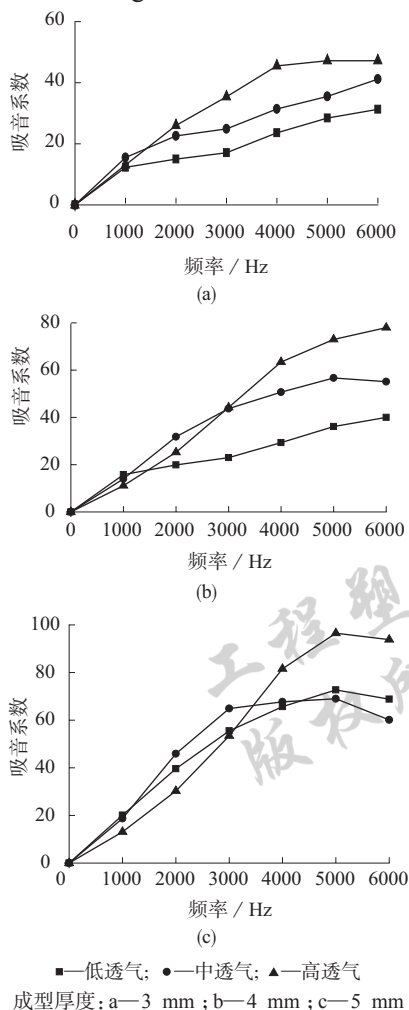


图 2 不同透气率的汽车内饰顶棚的吸音系数-频率曲线

当 GMT 汽车内饰顶棚的成型厚度为 3 mm 时,材料的吸音系数随透气率变化的规律性比较明显,当频率大于 1000 Hz 时,材料的透气率越高,吸音系数越高。当 GMT 汽车内饰顶棚的成型厚度为 4 mm 时,在高频区材料的透气率越高,吸音系数越高;而在低频和中频区规律性不是很强;当 GMT 汽车内饰顶棚的成型厚度为 5 mm 时,高透气率的材料在高频区仍然表现出最高的吸音系数,而在低频区和中频区规律性不明显。而在实际应用过程中,低频区和中频区的吸音主要通过内饰顶棚和钣金之间的“安装间隙”来调整^[16], GMT 汽车内饰顶棚更大的作用在于吸收更多的高频声波。因此,图 2 所

示的实验结果说明通过使用热熔胶网可使 GMT 汽车内饰顶棚获得较高的透气率,从而提高它的吸音性能。

2.3 GMT 板材面密度对吸音性能的影响

图 3 所示 GMT 板材面密度分别为 $800, 900, 1000 \text{ g/m}^2$ 的汽车内饰顶棚在成型厚度分别为 3, 4, 5 mm 时所对应的吸音系数-频率曲线。其中,所有的样品都采用高透气率的热熔胶网。

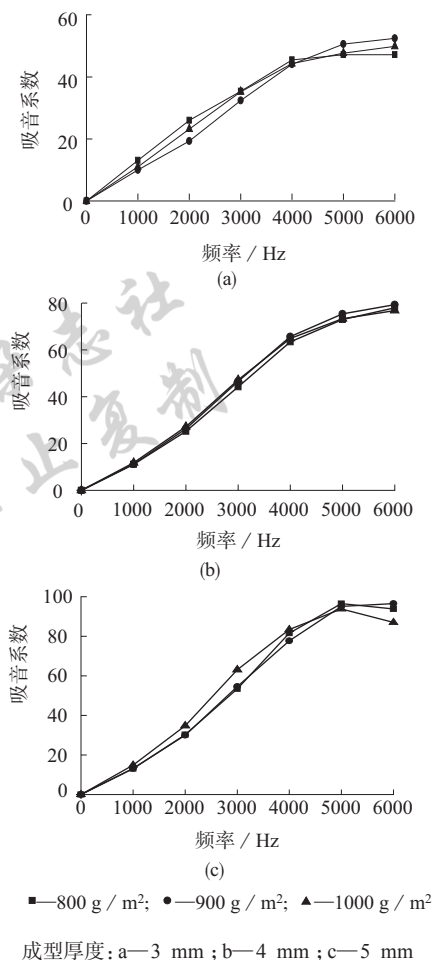


图 3 不同 GMT 板材面密度的汽车内饰顶棚的吸音系数-频率曲线

从图 3 可看到,与成型厚度和透气率相比, GMT 板材面密度的变化对吸音系数的影响要小得多。3 种面密度不同的汽车内饰顶棚的吸音系数-频率曲线几乎是重合的。但当成型厚度为 4, 5 mm 时, GMT 汽车内饰顶棚的吸音系数在 2000 Hz 和 3000 Hz 时,面密度为 1000 g/m^2 的 GMT 板材吸音系数最高,尤其是当成型厚度为 5 mm 时,这种趋势更明显。这是因为在相同厚度的条件下,较大的面密度相当于增加了顶棚内部纤维的交错密度,当声波通过时,增加了纤维对声波的吸收,因而使吸音系数得到了提高^[17]。

2.4 汽车内饰顶棚与钣金的间隙对吸音性的影响

影响 GMT 汽车内饰顶棚吸音性能的因素还有汽车内饰顶棚与钣金的间隙这一装配参数。图 4 所示为 3 种不同间隙(0,5,10 cm)所对应的 GMT 汽车内饰顶棚的吸音系数-频率曲线。其中所用的是高透气率、GMT 板材面密度 800 g/m²、成型厚度 5 mm 的内饰汽车顶棚。

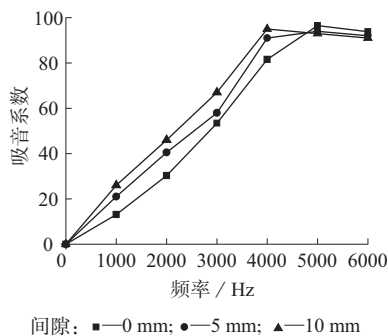


图 4 不同间隙条件下的汽车内饰顶棚的吸音系数-频率曲线

从图 4 可以看到,汽车内饰顶棚与钣金间的间隙对汽车内饰顶棚的吸音系数影响较大,尤其是在低频区和中频区,间隙越大,吸音系数越高。这是因为汽车内饰顶棚与钣金间的间隙主要对较低频率的声波起作用,增加间隙相当于增加了汽车内饰顶棚的厚度^[16]。

3 结论

(1) GMT 汽车内饰顶棚的吸音系数受到 GMT 板材面密度的影响不大,仅在频率 2 000 Hz 和 3 000 Hz 下,面密度高的板材表现出高的吸音系数。

(2) GMT 汽车内饰顶棚的吸音系数在整个测试频率范围内总体上表现出随着成型厚度的增加而增大的趋势。

(3) 在高频区,高透气率的 GMT 汽车内饰顶棚的吸音系数最大。

(4) 在低频和中频区,增加 GMT 汽车内饰顶棚与钣金之间的间隙可以显著提高顶棚的吸音系数。

参考文献

- [1] 贺光玉,向宇. 先进复合材料在汽车工业中的应用[J]. 汽车零部件,2013(5):86-92.
He Guangyu, Xiang Yu. Application of advanced composite materials in automotive industry[J]. Automobile Parts, 2013(5):86-92.
- [2] 叶鼎铨. 国外纤维增强热塑性塑料发展概况[J]. 国外塑料,2012,30(5):34-40.
Ye Dingquan. Developments of fiber reinforced thermoplastics outside China[J]. World Plastics, 2012, 30(5):34-40.
- [3] 沈春银,张广平,潘敏,等. GMT 片材的制造与应用技术[J]. 玻璃

钢,2005(3):1-6.

Shen Chunyin, Zhang Guangping, Pan Min, et al. The manufacturing and application technologies of GMT sheet [J]. Reinforced Plastics, 2005(3):1-6.

- [4] Chen Yan, Sun Liangfeng, Chioarus O. Kenaf/ramie composite for automotive headline[J]. Journal of Polymers and the Environment, 2005, 13(2):107-114.
- [5] 陶骏,杨丹,马华跃,等. 浅析轻质 GMT 在汽车内饰板上的应用[J]. 汽车工艺与材料,2009(9):65-67.
Tao Jun, Yang Dan, Ma Huayue, et al. Brief analysis of light weight GMT application in automotive interior[J]. Automobile Technology & Material, 2009(9):65-67.
- [6] 邓琦岚,龙祥愿. 轻质 GMT 在汽车顶棚中的应用[J]. 北京汽车, 2011(1):33-38.
Deng Qilan, Long Xiangyuan. The application of light weight GMT in headliner[J]. Beijing Automotive Engineering, 2011(1):33-38.
- [7] 刘静波. 汽车顶棚内饰设计[J]. 汽车工艺与材料,2004(1):15-17.
Liu Jingbo. Top-roof inner decoration design in automobile[J]. Automobile Technology & Material, 2004(1):15-17.
- [8] 赵森森,杜兆芳. 汽车内饰材料吸音隔音性能的研究现状及发展趋势[J]. 产业用纺织品,2009(11):6-8.
Zhao Miaomiao, Du Zhaofang. The progress and trends of automotive ornamental material used to absorb or deaden noise[J]. Technical Textiles, 2009(11):6-8.
- [9] 张伟,董升顺,蒋建云,等. 轻质 GMT 板材制备技术与发展现状[J]. 塑料工业,2011,39(S1):50-52.
Zhang Wei, Dong Shengshun, Jiang Jianyun, et al. The preparation and development status of light weight GMT sheet[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(S1):50-52.
- [10] 朱永全,路慧玲,戴干策. 热塑性 GMT 片材预热技术研究[J]. 塑料工业,2000,28(3):35-37.
Zhu Yongquan, Lu Huiling, Dai Gance. Study on preheating technology for GMT thermoplastic sheet[J]. China Plastics Industry, 2000, 28(3):35-37.
- [11] Araki Y, Suzuki T, Hanatani S J. Composite material for automotive headliners-expandable stampable sheet with light weight and high stiffness[J]. JFE GIHO, 2004(4):77-82.
- [12] 刘拥华,孙斌,戴干策. 长纤维增强 PP-GMT 片材膨胀化行为研究[J]. 中国塑料,2004,18(2):44-47.
Liu Yonghua, Sun Bin, Dai Gance. Study on lofting behavior of long fiber reinforced PP-GMT[J]. China Plastics, 2004, 18(2):44-47.
- [13] Zampaloni M, Pourboghra F, Yankovich S A. Kenaf natural fiber reinforced PP composites: a discussion on manufacturing process and solutions[J]. Composites: Part A, 2007, 38:1 569-1 580.
- [14] 刘辅庭. 吸音纤维材料[J]. 国际纺织导报,2011(1):56-60.
Liu Futing. Fiber materials for sound absorption[J]. International Textile Bulletin, 2011(1):56-60.

- [15] Holtrop J S, Jr D B. Headliners having improved sound-absorbing characteristics: US, 4851283[P]. 1989-06-25.
- [16] 陈卫. 汽车车顶内饰吸音性能的分析研究 [C] // 汽车内外饰产品及新材料国际研讨会论文集, 芜湖: 中国汽车工程学会, 2009. Chen Wei. Study on the sound-absorbing performance of automotive headliner interior [C] // International symposium on automotive interior and exterior trim products and new materials proceedings. Wuhu: The society of automotive engineering Chinese, 2009.
- [17] 岳洋, 赵福全, 金建伟, 等. 汽车用纤维吸音材料性能研究 [J]. 振动工程学报, 2010, 23(6): 670-675. Yue Yang, Zhao Fuquan, Jin Jianwei, et al. Study on the performance of sound-absorbing fiber materials for vehicle [J]. Journal of Vibration Engineering, 2010, 23(6): 670-675.

Nature Works 积极抢占 PLA 全球市场份额

总部设于美国明尼苏达州的 Nature Works 公司日前宣布, 其 Ingeo 牌聚乳酸 (PLA) 全球销量已突破 45 万 t。公司 CEO Marc Verbruggen 在新闻发布会上表示, 尽管 10 亿磅对于传统化工原料来说不是大数字, 但从生物塑料领域来看, 生产并销售 10 亿磅生物塑料意味着长足发展。

当 Nature Works 公司刚开始销售 Ingeo 牌 PLA 时, 这种树脂还只是一种以玉米为原料的环保产品。现在, 该品牌树脂已成为享誉全球的生物塑料。为抢占更多的市场份额, Nature Works 近年来不断扩大 PLA 产能。目前, 公司位于美国内布拉斯加州的工厂已经接近生产极限, 而其第二座 PLA 生产工厂 (可能在泰国) 的规划工作也已进入最后阶段。

任何一种新塑料都有自己的成长曲线。PLA 在稳步增长, 其销量提升也需要时间。该公司的 PLA 产品每年的平均销售增速达到 20%。当谈及 PLA 市场前景时, Marc Verbruggen 表示十分看好。

Nature Works 市场营销和公共事务总监补充道, 当前, 亚洲已成为公司第二大区域市场。因此他们决定将第二座 PLA 生产工厂建在该地区。

为跟上预期增长水平, Nature Works 目前已聘请了一家工程公司负责寻找适合的地点建造其第二座工厂。该总监表示, 尽管公司希望在泰国建厂, 但也有多个其它亚洲国家也抛来了橄榄枝。而作为大股东之一, 泰国 PTT Public 有限公司掌控着 Nature Works 50% 的股份。 (中聚网)

日本东京大学以二氧化碳为原料研究出新型塑料

东京大学研究院近日发表公报称, 其工学系的研究小组成功合成了一种以二氧化碳为原料的新型塑料。这种塑料中的二氧化碳含量比例较高, 有望为提高二氧化碳利用率、减少温室气体排放做出一定的贡献。

二氧化碳是能够廉价大量获得的碳资源, 虽然研究人员此前也曾合成以二氧化碳为原料的塑料, 但其中二氧化碳的含量比例很低, 这些塑料在燃烧时会产生有毒的氮氧化物气体, 而且其耐热性不强, 在接近室温的条件下其硬度就会出现很大变化。

东京大学的野崎京子教授和同事在新一期英国《自然·化学》杂志网络版上报告说, 他们将二氧化碳与作为合成橡胶原料而大量生产的丁二烯组合在一起, 利用钨催化剂和自由基聚合反应, 制造出一种新型塑料。

这种塑料呈粉末状, 熔化后可延伸成透明片状材料, 即

使燃烧也不会产生氮氧化物。该塑料的二氧化碳含量比例高达 29%, 即使在高温下也不易变形, 其分解温度最高可达 340℃, 可注塑成型。

研究小组认为, 由于这种新型塑料硬度较高, 因此用途广泛, 可用于制造塑料箱、薄膜等。今后通过扩大产量和改进生产工艺, 有望廉价生产这种塑料, 还有可能利用火力发电站等产生的二氧化碳制造这种产品, 为减少温室气体排放做出一定的贡献。 (中聚网)

出口欧盟塑料餐厨具具有新规, 企业需谨慎

近日, 欧盟委员会发布 (EU) 202 / 2014 号法规, 对有关食品接触塑料材料和制品的 10 / 2011 号法规进行了修订, 主要修订内容包括: 新增 2 种可用于制造食品接触材料的单体; 明确双氰胺单体的特定迁移限量为 60 mg / kg; 将原有物质 1,3- 苯基二甲胺的限制, 由单独迁移限制改变为与新增物质间苯二甲基异氰酸酯共同限制, 特定迁移总量为 0.05 mg / kg; 以及对限制说明等进行了更新。

该法规设定了执行缓冲期, 即在 2014 年 3 月 24 日以前合法进入欧盟市场的食品接触塑料材料及制品, 即使不符合该法规要求, 也可以继续投放市场至 2015 年 3 月 24 日, 直至存货销售完毕。

为此, 检验检疫部门提醒相关出口餐厨具企业密切关注欧盟 202 / 2014 号法规及其它相关信息, 及早采取应对措施, 严格控制产品质量, 避免不必要的损失。 (慧聪网)

茂名石化成功生产近 1000 t 蒸煮膜用 PP 专用料

近日, 茂名石化公司成功生产第一批近 1000 t 蒸煮膜用聚丙烯 (PP) 专用料, 标志着由这家公司自主研发的新产品 PP 蒸煮膜专用料已经实现工业化生产。

PP 蒸煮膜专用料能承受 120℃ 和 15 MPa 压力的蒸煮杀菌, 不发生变形, 不释放有毒物质, 常用于含汤汁类等熟食品的包装。

由于此类产品既要求具有一定的刚性, 又要求有较好的抗冲击性及高热封温度, 生产难度比较大, 我国市场长期以来依赖进口。

2013 年, 茂名石化公司组织开展专题攻关, 成功地开发出了这种产品的生产工艺, 并于 2014 年 3 月份开始批量生产。

该产品的成功开发, 不仅打破了国外进口产品的垄断, 填补了国内空白, 且市场前景广阔、盈利潜力大, 同时还有望帮助国产化产品在此应用领域取得新的突破。 (慧聪网)