

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.08.011

绿色木塑模板性能及箱形结构优化分析^{*}

张帅¹, 罗健林¹, 李秋义¹, 高嵩¹, 孙胜伟^{1,2}, 吕顺¹, 刘文清³, 胡小川³

(1. 蓝色经济区工程建设与安全协同创新中心, 青岛理工大学, 山东青岛 266033; 2. 哈尔滨工业大学土木工程学院, 哈尔滨 150090; 3. 胜利工程建设(集团)有限责任公司, 山东东营 257811)

摘要: 结合挤出成型法将废旧聚乙烯(WPE)、废旧聚丙烯(WPP)和废弃木粉(WF)分别制成WPE基、WPP基木塑复合材料(WPC)。在获取其用作建筑模板基本物理力学性能的基础上,运用有限元软件对纵向两端简支、不同支撑跨度(S , 分别为0.5, 0.6, 0.7 m)的WPE基、WPP基箱形WPC模板进一步结构优化分析。结果表明, S 相同时, WPP基WPC模板比WPE基WPC模板体积用量(V)要少,且随着 S 的增大,相比WPP基, WPE基WPC模板的 V 增幅变大, S 为0.7 m时最大增幅多达15%。当 S 为0.5 m时, WPP基WPC模板的 V 最小;但进一步经济性分析表明, WPP基比WPE基WPC模板单位面积成本高26.0%,所以最佳结构优化方案为 S 为0.5 m时的WPE基WPC模板,在保证WPC模板力学强度的同时,实现了较好的经济效益。

关键词: 建筑模板; 木塑复合材料; 有限元优化分析; 固体废弃物回收利用

中图分类号: TQ325.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)08-0047-05

Green Wood Plastic Formwork Properties and Box Structure Optimization Analysis

Zhang Shuai¹, Luo Jianlin¹, Li Qiuyi¹, Gao Song¹, Sun Shengwei^{1,2}, Lyu Shun¹, Liu Wenqing³, Hu Xiaochuan³

(1. Collaborative Innovation Center of Engineering Construction and Safety in Shandong Blue Economic Zone, Qingdao Technology University, Qingdao 266033, China; 2. School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 3. Shengli Engineering Construction (Group) Co. Ltd., Dongying 257811, China)

Abstract: Waste polyethylene (WPE) based, waste polypropylene (WPP) based wood plastic composite (WPC) were respectively made by WPE, WPP and waste wood flour (WF) combined with extrusion molding method. Based on acquiring the basic physical mechanics performance of WPC used for building formworks, further structure optimization analysis was made to WPE based, WPP based box WPC formwork with simply supported of longitudinal ends, the different support span (S is 0.5, 0.6, 0.7 m) respectively using finite element software. The Results show that volume (V) of WPE based WPC formwork is less than WPP based WPC formwork when S is the same, and with the increase of S , compared with WPP based, the increase of V of WPE based WPC formwork becomes larger, its maximum increase can reach up to 15% when S is 0.7 m. The V of WPP based WPC is the smallest when S is 0.5 m. But further economic analysis shows that the cost of unit area of WPP based WPC is 26.0% higher than WPE based WPC, so the best structure optimization scheme is the WPE based WPC when its S is 0.5 m. It achieves a better economic benefit as well as ensuring mechanical strength of the formwork.

Keywords: building formwork; wood plastic composite; finite element optimization analysis; solid waste recycling

建筑模板工程是混凝土结构工程中一项量大面广的施工工艺,本着“使用安全、造价经济、构造简单、操作方便”的原则,常见的钢模板、木模板等建筑模板已不能很好地满足其各项需求,建筑模板的外形和材料需改革创新^[1]。

纤维状相比片状、柱状、立方体等形状对塑料制品的强度影响最大,且无机非金属矿物的颗粒粒径越小,那么在分散均匀的情况下塑料的力学性能就越好^[2-3]。以废旧木材或纤维素为基础材料,分别与热塑性塑料废旧聚乙烯(WPE)、聚丙烯(WPP)通

过热压、挤出、模压等成型工艺制成箱形木塑复合材料(WPC)^[3-4]。以此木塑复合材料加支撑肋形成的箱形木塑模板,作为一种具有吸水变形低、表面光滑平整,不粘接混凝土表面,耐冲击、尺寸稳定性高,能重复使用的环境友好型新型材料,蕴含着巨大的经

^{*} 新型木塑复合材料及其在绿色建筑模板中的应用 [与胜利工程建设(集团)有限责任公司合作项目], 山东省博士后创新项目专项(编号: 201003053)

联系人: 罗健林, 副教授, 主要从事纤维复合材料与结构研究
收稿日期: 2014-06-08

济和环保效益^[5-6]。

箱形结构构造简单,现场施工操作简单,承载力高,变形小,但箱体厚度偏厚。虽然箱形木塑模板单位面积单价与竹木胶板、木层压板相近,但其周转次数比竹木胶板、木层压板周转次数多,所以相对成本价大大减小,经济效益变大^[7]。

李晶晶等^[8]利用废旧材料制备出的WPC,其弯曲强度和弹性模量与传统WPC接近,且耐水性能相对更好。利用废旧塑料和木粉制得WPC模板,评价其用作建筑模板的吸水率、强度和刚度的基本性能,然后运用ANSYS有限元软件对基于该木塑箱形模板结构进行结构优化分析,以期获得在最经济的WPC模板用量情况下,有合理的模板构型与结构参数。

1 实验部分

1.1 主要原材料

废旧聚乙烯(WPE)、废旧聚丙烯(WPP)、Ⅱ级粉煤灰:东营胜利油田胜利工程建设(集团)有限责任公司;

废旧杨木粉(WF):粒径0.3 mm,青岛富木林新能源设备有限公司;

润滑剂:RH-11型,青岛旭昕化工有限公司;

偶联剂:KH-550型,青岛旭昕化工有限公司;

无水乙醇:AR,市售。

1.2 主要仪器及设备

双螺杆挤出机:SJSZ-51/105型,青岛鑫泉塑料机械有限公司;

高速混合机:MSJX-1型,张家港明塑机械厂;

万能制样机:ZHY-W10型,河北承德试验机厂;

双辊筒炼塑机:SK-160B型,上海橡胶机械厂;

万能材料试验机:AG-250KNIS型,日本岛津有限公司。

1.3 WPC制备工艺及物理力学性能

WPC较为常用的成型方法为挤出成型法和热

压成型法^[3,9],笔者采用挤出成型法制备WPC。其制备工艺包括原料的处理、配料、混料、烘干、挤出成型、制样^[7]。取实验配合比为WF:粉煤灰:偶联剂:润滑剂:其它助剂=100:10:3:2:4,WPE或WPP掺量分别为WF的80%,90%,100%(其占WF的质量分数)。经挤压成型为WPC单板,并对其物理力学性能测试,结果如表1所示。

结果表明,WPE基WPC的密度(ρ)在1.20 g/cm³以内,WPP基WPC的 ρ 在1.30 g/cm³左右,远小于钢模板的 ρ ,满足新型模板轻质的要求;两种基体WPC的吸水率(W)均小于2%,很好地满足了新型模板含水率的要求;WPE基与WPP基WPC的弯曲强度(f_b)均大于20 MPa,WPE基与WPP基WPC的弯曲弹性模量(E_b)均在2000 MPa左右,且WPE基比WPP基WPC的 f_b 小11.7%左右, E_b 小28.9%左右;而WPE基比WPP基WPC的极限变形量(Δ)和冲击韧性(f_a)均大2倍之多。

综合物理力学性能得出,最佳配合比为WF:WPE:粉煤灰:偶联剂:润滑剂:其它助剂=100:80:10:3:2:4。

2 WPC模板结构优化分析

结构优化设计,对给定的初始工程结构的设计变量,在一定的约束条件下,如承载力、应力、位移、质量、频率等,通过迭代运算,求解目标函数的极值,得到最优设计方案(如体积、造价、刚度或频率等)。ANSYS优化分析同样遵循结构优化设计过程,在优化分析之前,首先明确好目标函数、设计变量、约束条件,这些变量和函数必须用参数来表示^[10]。

2.1 优化方案

在纵向两端简支的边界条件下,WPC基体材料分别为:WPE与WPP;支撑跨度 S 分别为:0.5,0.6,0.7 m。共6种优化设计方案。图1为利用ANSYS从点到线到面到体建立的箱形WPC模板有限元模型^[11]。

表1 WPE,WPP基WPC单板物理力学性能测试结果

WPC板类型	$\rho/(g \cdot cm^{-3})$	$W/\%$	f_b/MPa	E_b/MPa	Δ	$f_a/(J \cdot m^{-2})$
WPE(80%)	1.113	1.44	24.9	2110.5	11.2	12.7
WPP(80%)	1.325	1.49	27.9	2924.1	5.73	4.91
WPE(90%)	1.197	1.57	25.3	2012.4	10.3	11.6
WPP(90%)	1.314	1.35	28.5	2935.7	6.10	5.32
WPE(100%)	1.188	1.72	24.0	1983.7	12.6	13.5
WPP(100%)	1.306	1.56	27.6	2734.9	5.74	5.15

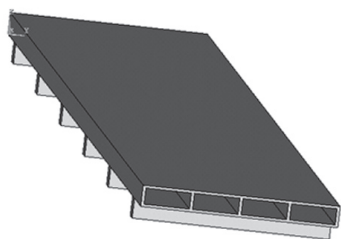


图1 箱形 WPC 模板有限元模型

2.2 优化步骤

采用批处理优化设计,基本步骤如下:(1)创建循环使用的分析文件,包括参数化方式建立模型 PREP7、求解、提取并指定状态变量和目标函数;(2)建立优化过程中的参数,进入 OPT 处理器,指定分析文件;(3)指定优化变量,选择优化工具和优化方法,并指定循环控制方式;(4)进行优化分析;(5)查看设计序列结果,在后处理模块中进行结果处理。

2.3 优化变量

在 ANSYS 优化设计中需定义优化变量,优化变量有设计变量 (D_v)、状态变量 (S_v)、目标函数 (OBJ) 三种。

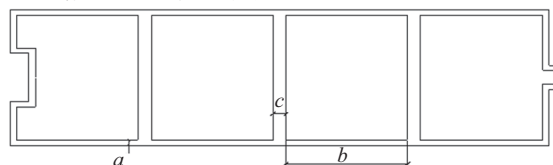
设计变量为 a : 单层 WPC 模板壁厚; b : 中间支撑肋的高度 (没有算入模板厚度); c : 中间支撑肋的厚度。为了保证一定的强度又考虑到经济因素,取 a 和 c 的优化范围为 0.005 ~ 0.008 m, b 的优化范围为 0.01 ~ 0.05 m。状态变量为 WPC 模板的挠度与应力,其中 $S_{\max}$, $S_{\min}$ 分别为正向、负向应力的变量; $D_{\max}$, $D_{\min}$ 分别为正向、负向每跨最大挠度的变量。目标函数为 WPC 模板结构体积 V 。在优化过程中状态变量需要满足以下约束条件:

$$0 \leq |S_{\min}, S_{\max}| \leq S_{\lim}^e \quad (1)$$

$$0 \leq |D_{\min}, D_{\max}| \leq D_{\lim}^e \quad (2)$$

$S_{\lim}^e$, $D_{\lim}^e$ 为 WPC 模板弹性比例极限应力、弹性比例极限应力下的挠度。WPE 基的 WPC 材料,其 $S_{\lim}^e$, $D_{\lim}^e$ 分别取最优配合比下材料极限应力的 60% (即 14.9 MPa) 及极限挠度的 60% 值 ($S/0.15$, s 为 0.5, 0.6, 0.7), WPP 基的 WPC 材料, $S_{\lim}^e$, $D_{\lim}^e$ 分别取最优配合比下极限应力的 40% (即 17.1 MPa) 及极

限挠度的 40% 值 ($S/0.3$, s 为 0.5, 0.6, 0.7)。图 2 所示为箱形木塑模板截面示意图。



a—WPC 模板单层壁厚; b—WPC 模板中间支撑肋的高度;
c—WPC 模板支撑肋厚度

图2 箱形 WPC 模板截面

2.4 优化方法

优化方法是使目标函数在约束条件下达到最小值的优化途径, ANSYS 优化模块 optype 提供了两种优化方法: 零阶方法和一阶方法。零阶方法属于直接法,通过调整设计变量的值,采用曲线拟合的方法去逼近状态变量和目标函数,这是一种普适的优化方法,不容易陷入局部极值点,但优化精度一般不是很高。零阶方法是一个很完善的处理方法,可以很有效地处理大多数的工程问题。一阶方法则使用状态变量和目标函数对优化变量的一阶偏导数,此方法精度很高^[10]。本次优化分析采用零阶优化方法,零阶方法的最大迭代次数为 300。

2.5 结果与分析

表 2 为进行优化设计后所得到的箱形 WPC 模板最优设计尺寸, a 和 c 的优化范围为 0.005 ~ 0.008 m, b 的优化范围为 0.01 ~ 0.05 m。模拟得出 a 的优化尺寸在 0.005 ~ 0.006 m 之间, b 的优化尺寸在 0.03 ~ 0.05 m 之间。说明此状态下模板尺寸虽然较小,样式较薄,但还能满足强度的要求。

图 3 为不同塑料基体时 S 对 WPC 板体积 (V) 的影响。 S 相同时, WPP 基 WPC 模板比 WPE 基 WPC 模板的 V 要小,且随着 S 的增大, WPE 基与 WPP 基 WPC 模板的 V 差距变大, S 为 0.5 m 时, WPE 基比 WPP 基 WPC 模板的 V 多 5%, 而 W 增大到 0.7 m 时, WPE 基比 WPP 基 WPC 模板的 V 多 15%。这是因为 WPP 基比 WPE 基的弯曲强度大 10.8%, 弹性模量大 27.8%, 随着 S 的不断增大, WPE 基 WPC 模板所需 V 大幅增加。

表2 箱形木塑模板优化尺寸

S/m	WPE 基 WPC 板			WPP 基 WPC 板		
	$a/\times 10^{-2} \text{ m}$	$b/\times 10^{-1} \text{ m}$	$c/\times 10^{-2} \text{ m}$	$a/\times 10^{-2} \text{ m}$	$b/\times 10^{-1} \text{ m}$	$c/\times 10^{-2} \text{ m}$
0.5	0.557	0.326	0.507	0.504	0.329	0.594
0.6	0.595	0.402	0.500	0.530	0.396	0.504
0.7	0.650	0.0459	0.501	0.539	0.485	0.501

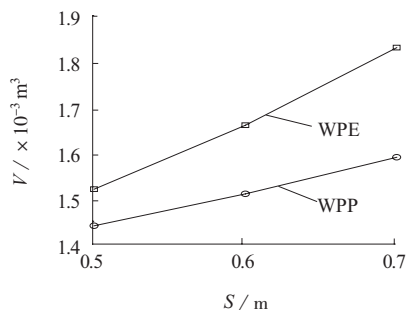
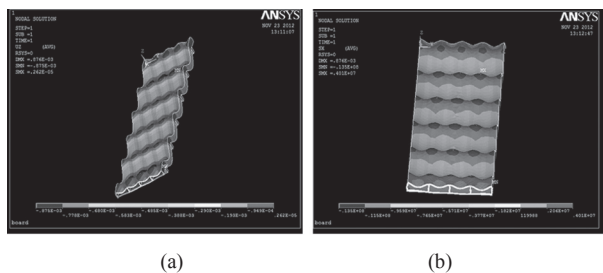


图3 不同塑料基体时 S 对 WPC 模板 V 的影响

但考虑到经济方面, WPE 基 WPC 模板 1 m^2 成本为 17.38 元, WPP 基 WPC 模板 1 m^2 成本为 23.48 元, 相同单位面积下 WPP 基比 WPE 基 WPC 模板成本高 26.0%。综合考虑, WPE 基比 WPP 基 WPC 模板更经济, 且 S 为 0.5 m 时, WPE 基 WPC 模板所用材料最少。综合考虑, WPE 基比 WPP 基 WPC 模板更为经济, 且 S 为 0.5 时, WPE 基 WPC 模板所用材料最少, 此时, WPE 基 WPC 模板的 V 为 0.00152 m^3 。

将 S 为 0.5 m 时 WPE 基 WPC 模板运用 ANSYS 进行结构静力分析^[11], 得到的位移图、应力图分别如图 4a, 4b 所示。按优化后 WPE 基 WPC 构型与结构尺寸相应模拟的正向最大位移 $D_{\max}$ 为 0.00262 mm, 负向最大位移 $D_{\min}$ 为 -0.876 mm, 均小于设计许可变形 3.333 (500 / 150) mm; 模拟的正向最大应力 $S_{\max}$ 为 4.01 MPa, 负向最大应力 $S_{\min}$ 为 -13.5 MPa, 均小于设计许可应力 14.9 MPa。



a—位移图; b—应力图

图4 优化后的 WPE 基 WPC 模板位移图与应力图

3 结论

据物理力学性能得出的最佳配比为 WF : WPE : 粉煤灰 : 偶联剂 : 润滑剂 : 其它助剂 = 100 : 80 : 10 : 3 : 2 : 4, 此配合比下 WPC 的 ρ 为 1.113 g/cm^3 , W 为 1.44%, f_b 为 24.9 MPa, E_b 为 2110.5 MPa, Δ 为 11.2 mm, f_a 为 12.7 J/m^2 。

考虑经济因素, ANSYS 结构优化分析得出的最佳优化方案为 S 为 0.5 m 时的 WPE 基 WPC 模板, 此时优化尺寸 a 为 0.00557 m, b 为 0.0326 m,

c 为 0.00507 m, V 为 0.00152 m^3 。

参考文献

- [1] 冯嘉, 李秋义, 宋菁, 等. 木塑建筑模板力学性能与经济性分析[J]. 低温建筑技术, 2010(9):27-30.
Feng Jia, Li Qiuyi, Song Jing, et al. The Analysis on mechanical performance and economic of the solid building formwork of WPC[J]. Low Temperature Architecture Technology, 2010(9):27-30.
- [2] 艾江鹏, 曹建新, 王稚阳, 等. 无机填料在塑料生产中的应用[J]. 化学工程与装备, 2009(5):117-120.
Ai Jiangpeng, Cao Jianxin, Wang Zhiyang, et al. The application of inorganic filler in plastics production[J]. Chemical Engineering & Equipment, 2009(5):117-120.
- [3] 王清文, 王伟宏. 木塑复合材料与制品[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
Wang Qingwen, Wang Weihong. Wood plastic composite materials and products[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.
- [4] 崔益华, Noruziaan Bahman, Lee Stephen, 等. 玻璃纤维 / 木塑混杂复合材料及其协同增强效应[J]. 高分子材料科学与工程, 2006, 22(3):231-234.
Cui Yihua, Noruziaan Bahman, Lee Stephen, et al. Glass fiber / wood plastic hybrid composites and their synergistic reinforcing effects[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2006, 22(3):231-234.
- [5] 于旻, 何春霞. 国内外木塑复合材料研究进展[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(8):92-95.
Yu Min, He Chunxia. Domestic and foreign research progress of wood-plastic composite[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(8):92-95.
- [6] 刘玉强. 稻壳 / 聚丙烯木塑复合建筑模板材料的研究[J]. 新型建筑材料, 2009, 36(6):85-87.
Liu Yuqiang. Study on rice husk / polypropylene wood-fiber plastics building formwork material[J]. New Building Materials, 2009, 36(6):85-87.
- [7] 赵永生, 朱复华, 薛平, 等. 木粉对 PVC 木塑复合材料力学性能影响[J]. 现代塑料加工应用, 2005, 17(6):12-15.
Zhao Yongsheng, Zhu Fuhua, Xue Ping, et al. The influence of wood flour on mechanical properties of PVC / wood flour composites[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2005, 17(6):12-15.
- [8] 李晶晶, 李大纲, 郭勇, 等. 回收纸塑材料 / 聚乙烯复合材料耐水性及力学性能的研究[J]. 塑料工业, 2010, 38(6):76-83.
Li Jingjing, Li Dagang, Guo Yong, et al. Study on water resistance and mechanical properties of recycled paper-plastic material / PE composites[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(6):76-83.
- [9] 许世明. 木塑模板复合工艺及性能研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.
Xu Shiming. Wood plastic composite template technology and

performance study[D]. Harbin:Northeast Forestry University, 2011.

- [10] 张秀辉,胡仁喜,康士廷,等.有限元分析从入门到精通[M].北京:机械工业出版社,2013,1(2):441-467.

Zhang Xiuhui, Hu Renxi, Kang Shiting, et al. Finite element analysis from entry to the master [M]. Beijing:Mechanical Industry

Press, 2013, 1(2):441-467.

- [11] 王新敏. ANSYS 工程结构数值分析 [M]. 北京:人民交通出版社, 2007, 10(7):501-509.

Wang Xinmin. ANSYS structural engineering numerical analysis [M]. Beijing:People's Communications Press, 2007, 10(7):501-509.

科盛科技推出新版塑料设计软件

应客户对功能、流程、效率及用户体验方面的需求,科盛科技股份有限公司近日正式推出新版 Moldex 3DR13.0 塑料产品设计验证与优化解决方案。Moldex3D 致力于产品优化以及提升量产效率。透过软件完整仿真熔胶在模具内的流动情形,在实际生产前实时发现并解决问题。

此外, Moldex3D 能引导使用者有效完成设计变更及验证,大幅降低重复试模和修模所需的时间和金钱,也可协助业者达到特别产业的需求或环境规范,例如,汽车车架结构轻量化或碳纤维材料应用。科盛科技杨文礼总经理表示,质量和成本是产品开发和制造的两大致胜关键。除了传统的塑料应用市场,新兴的市场需求也需要透过快速反应制造获得满足。有鉴于此,新版 Moldex 3DR13.0 着重提升根本问题的分析和解决能力,协助客户解决关键的成型问题,实现生产效率最优化,在最短时间内提供高质量且具成本效益的产品。据介绍,承袭先前版本, Moldex 3DR13.0 在功能及效能上持续扩增及创新,主要给使用者提供快速建模和生成网格、强化加热与冷却分析控制功能、扩充仿真功能满足市场需求、优化后处理用户接口、更丰富的材料数据库、操作模型更为流畅等功能。(工程塑料网)

产品缺口大,全球开发生物技术增产芳烃

由于芳烃产品缺口较大,除了采用传统工艺提高芳烃产量外,全球很多企业还通过开发新技术、新工艺,另辟蹊径地增产芳烃产品,尤其是许多生物技术。

今年5月份, Anellotech 公司成功开发了千克级生物质制 BTX(BTX 为苯-甲苯-二甲苯混合物)技术,该技术可采用一系列可再生原料,如棕榈油废料、甘蔗渣、玉米秸秆等农林废弃物来生产芳烃,该技术能够有效替代传统石化芳烃生产技术。

Virent 公司也计划使用传统的化工催化工艺,以糖为原料,生产包含苯、甲苯和二甲苯的混合芳烃,然后将混合芳烃进一步加工成对二甲苯,公司预计第一套工业化规模的生物基对二甲苯装置将于 2015 年投产。沙特基础工业公司的新专利技术能够使用萜烯(如柑橘果实中发现的柠檬烯)生产二甲苯。而美国麻省理工大学成功研发的一种新催化剂,能使生物质快速催化热解生产芳烃的收率提高 40%,研究团队已经把这项技术转让给 Anellotech 公司,以建设工业装置。

众多生物技术中,生物法生产对二甲苯是一大亮点。据美国《化学工程》日前报道, Micromidas 公司正在开发利用纤维素生产对二甲苯新工艺,这种新工艺能利用多种农作物

废料(纤维素)如稻糠、柳枝稷、木屑和废纸板等生产生物基对二甲苯。该工艺与其它生物基化学工艺的不同之处在于有很高的收率和选择性。该公司希望利用所开发的新工艺直接得到高纯度的对二甲苯,使聚对苯二甲酸乙二酯(PET)生产商不再利用炼油厂提供的原料。

而在去年 8 月 26 日,世界首套生物对二甲苯示范装置已经在得克萨斯州投产。该技术由 Gevo 公司成功研发,能够利用可再生原料生产出生物对二甲苯,这种对二甲苯可用于制造饮料瓶的原料 PET。同时,美国 Chapel Hill 北卡罗来纳大学的研究人员还正在开发用廉价的乙烯原料生产对二甲苯的新技术,新工艺可以利用多种原料(如生物质、页岩气)得到的乙烯生产对二甲苯。

此外,在传统工艺技术开发方面,许多公司也不遗余力。其中, BP 公司利用结晶法生产对二甲苯的技术具有投资少、操作费用低的优点。目前,韩国 GS Caltex 公司已经利用该技术在韩国丽水炼厂新建世界级的对二甲苯装置,计划在 2016 年投产;印度信诚工业公司也引进该技术,计划在印度古吉拉特邦 Jamnagar 建设世界最大的芳烃联合装置。

(慧聪塑料网)

入世并未影响俄罗斯塑料容器产量

据俄罗斯商务咨询网站报道, Intesco Research Group 公司在开发“创建塑料容器生产商业计划(含财务模型)”过程中所进行的调研显示,俄罗斯的长颈大塑料瓶、细颈塑料瓶、小塑料瓶和类似的聚合物产品在过去 4 年间的产量持续增长。

在 2012 年,该类产品产量较 2009 年增长 1.88 倍。在 2013 年上半年产量继续增长。由此可见,俄罗斯加入世贸组织的第一年尚未影响到俄罗斯塑料容器的产量。

通过对俄罗斯地区层面上的塑料容器生产地理分析, Intesco Research Group 公司的分析人士发现,在上述期间此类生产活动的区域结构发生显著变化。统计数据表明,塑料瓶生产 7 个产区的比重占该产品生产的 82%。同时确定了尚未拓展塑料容器生产业务潜力的地区。在对塑料容器生产企业的联邦区分布结构调研过程中发现,这类企业比重最高的是中央联邦区,超过 40%,而比重最小的是北高加索联邦区和远东联邦区,大约为 2.6%~2.9%。

在俄罗斯,用于生产纸质包装材料、容器、硬纸板和塑料的原料基础潜力巨大,足以让各种所有制的中小企业扩大生产。若未来俄罗斯像 2001 年我国入世之后产生巨大变化的话,今后俄罗斯对各种产品包括塑料制品的需求将迎来爆发增长的趋势。(工程塑料网)