

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.06.019

侧限荷载和温度对 PE-HD 土工格栅蠕变特性的影响

张震¹, 朱铎义¹, 薛炳春²

(1. 中南大学土木工程学院, 长沙 410075; 2. 中铁十六局集团地铁工程有限公司, 北京 100023)

摘要: 采用能同时研究温度和侧限荷载对土工格栅蠕变特性影响的自制设备, 研究了温度和侧限荷载对高密度聚乙烯 (PE-HD) 土工格栅蠕变特性的影响, 并采用相关性分析方法进行了分析。结果表明, 在低荷载水平 (拉伸强度的 20%) 条件下, 温度和侧限荷载对土工格栅的蠕变特性影响显著。土工格栅的蠕变应变随土工格栅温度的增加而显著增大。当温度为 25℃ 时, 在侧限荷载分别为 0, 50, 100 kPa 条件下, 土工格栅的最终蠕变应变比 15℃ 时分别增大 67%, 77%, 58%; 当温度为 35℃ 时, 在侧限荷载分别为 0, 50, 100 kPa 条件下, 土工格栅的最终蠕变应变比 25℃ 时分别增大 34%, 35%, 22%。蠕变应变随土工格栅所受侧限荷载的增加而显著减小。在侧限荷载为 50 kPa 条件下, 土工格栅在 15, 25, 35℃ 时的最终蠕变应变比无侧限荷载时减小 19%, 14%, 14%; 在侧限荷载为 100 kPa 条件下, 土工格栅在 15, 25, 35℃ 时的最终蠕变应变比侧限荷载为 50 kPa 时减小 9%, 18%, 26%。对土工格栅蠕变应变与时间对数曲线进行线性拟合, 拟合度大于 0.9。温度、侧限荷载对土工格栅蠕变应变的相关性分别为 0.735, -0.643, 土工格栅温度对土工格栅蠕变应变的影响程度大于侧限荷载。

关键词: 土工格栅; 蠕变; 侧限荷载; 温度

中图分类号: TU501 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)06-0083-05

Influence of Confined Load and Temperature on Creep Characteristics of PE-HD Geogrids

Zhang Zhen¹, Zhu Duoyi¹, Xue Bingchun²

(1. School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, China;

2. Subway Engineering Co. Ltd., China Railway 16th Bureau Group, Beijing 100023, China)

Abstract: A new geogrids creep test equipment was designed to perform creep tests under confined load and temperature simultaneously, the influence of the confined load and temperature on the creep characteristics of high density polyethylene (PE-HD) geogrids was studied, the test data was dealt by correlation analysis. The results show that the effect of temperature and confined load on geogrids creep are obvious under the low load level (20% tensile strength). the geogrids creep increases significantly with the temperature increases. At the temperature of 25℃, the final creep strains of geogrids under the conditions that the confined loads are 0, 50, 100 kPa increase by 67%, 77%, 58% respectively comparing with that at the temperature of 15℃. At the temperature of 35℃, the final creep strains of geogrids under the conditions that confined loads are 0, 50, 100 kPa increase by 34%, 35%, 22% respectively comparing with that at the temperature of 25℃. The creep strains decrease significantly with the confined loads increase. Under the condition that the confined load is 50 kPa, the final creep strains of geogrids at the temperature of 15, 25, 35℃ decrease by 19%, 14%, 14% respectively comparing with that under no confined load. Under the condition that the confined load is 100 kPa, the final creep strains of geogrids at the temperature of 15, 25, 35℃ decrease by 9%, 18%, 26% respectively comparing with that under the condition that the confined load is 50 kPa. The relationship between geogrids creep and the logarithm of time is linearly fitted, the degree of fitting is more than 0.9. The influences of the temperature and the confined load on the geogrids creep are 0.735 and -0.643 respectively. The influence of the temperature is greater than the influence of the confined load.

Keywords: geogrid; creep; confined load; temperature

高密度聚乙烯 (PE-HD) 土工格栅容易加工成型, 具有良好的力学性能, 在加筋工程中应用广泛。PE-HD 土工格栅是典型的线型聚烯烃类半结晶聚合物, 其玻璃化转变温度较低, 在常温使用时大部分非结晶相已处于高弹态, 表现出软而韧的力学性

能特征。这种力学特性决定了蠕变是影响其在加筋结构永久性中的重要因素之一。丁金华等^[1-2]对 PE-HD 土工格栅在不同温度、应力水平、化学作用、

联系人: 张震, 硕士, 从事道路工程科研工作

收稿日期: 2014-03-26

施工损伤和侧限荷载等条件下进行了室内蠕变试验,分析了各因素对 PE-HD 土工格栅的蠕变影响程度,但没有研究温度和侧限荷载对格栅蠕变特性的综合作用。同时他们还研究 PE-HD 在侧限荷载条件的蠕变特性,结果表明,侧限荷载可以显著减少土工格栅的蠕变量,但没有考虑温度对土工格栅蠕变的影响。李丽华等^[3]通过时温叠加蠕变法确定了土工格栅的折减系数,研究了温度对土工格栅蠕变的影响,但没有研究侧限荷载对折减系数的影响。目前,关于土工格栅蠕变试验方法,没有指定的试验设备,很少有试验设备能将温度和侧限荷载条件结合起来。笔者利用可系统研究温度和侧限荷载对土工格栅蠕变特性影响的自制设备,研究了侧限荷载和温度对 PE-HD 土工格栅蠕变特性的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PE-HD 单向土工格栅:山东肥城三杰工程材料有限公司,其几何参数和基本力学性能如表 1、表 2 所示。

表 1 PE-HD 单向土工格栅的几何参数

横肋		纵肋		网格尺寸	
厚	宽	厚	宽	横向	纵向
2.51	16.70	1.13	6.84	16.53	195.34

表 2 PE-HD 单向土工格栅的基本力学性能

材料	断裂伸长率 / %	拉伸强度 / (kN · m ⁻¹)	2% 变形对应的强度 / (kN · m ⁻¹)
PE-HD 土工格栅	12.0	55.5	15.9

1.2 主要仪器与设备

PE-HD 单向土工格栅的蠕变试验设备包括数据采集设备(见图 1)和侧限荷载和水平荷载施加设备^[2-4](见图 2)。该设备可以进行无侧限荷载和侧限荷载下的蠕变试验。数据采集设备由上、下剪切盒及变形测量系统组成。剪切盒尺寸为 450 mm × 300 mm,上、下剪切盒均固定。上剪切盒填标准砂,下剪切盒内放置硬质木块,土工格栅置于标准砂和硬质木块之间,以保证土工格栅在拉伸过程中始终保持水平状态。通过位移传感器测量土工格栅的蠕变应变量。

荷载施加系统由水平荷载和垂直荷载两个相互独立的加载系统组成。垂直荷载和水平荷载直接通过砝码施加。土工格栅的侧限荷载由垂直荷载控制,蠕变荷载(荷载水平)由水平荷载控制。

温度控制室由大功率空气调节器和电脑控制器组成,实验室温度控制为 10 ~ 35℃,控制精度为

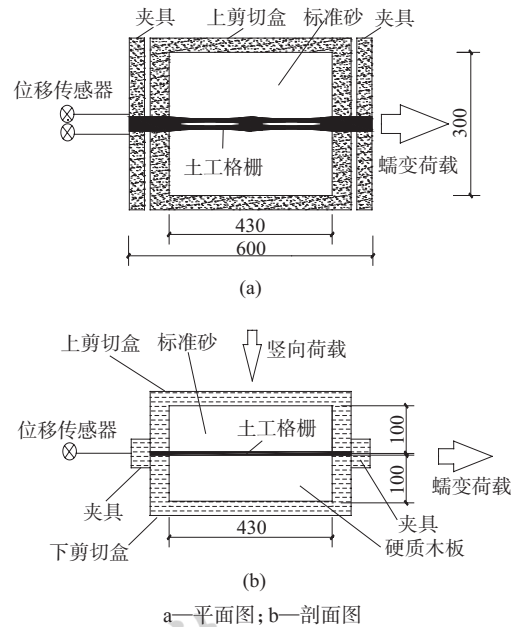


图 1 土工格栅的数据采集设备

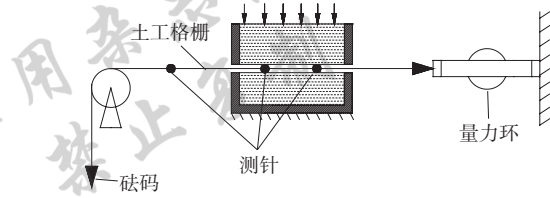


图 2 土工格栅的侧限荷载和水平荷载施加设备

± 0.5℃。蠕变试验设备置于该温度控制室中^[5]。

1.3 试样制备

根据剪切盒尺寸制备试样。本试验的剪切盒宽度为 300 mm,根据表 1 中土工格栅的网格尺寸和纵肋宽度,选取土工格栅试样的肋条数为 10 根。根据图 1,选取试样的标距(两端夹具之间的水平距离)为 600 mm。由于拉伸端及固定端需夹持部分格栅,裁剪土工格栅的试样长度设定为 1100 mm。制备的试样如图 3 所示。

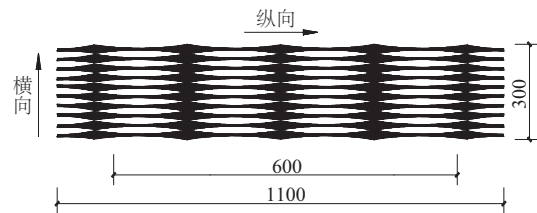


图 3 PE-HD 单向土工格栅试样

1.4 试验过程

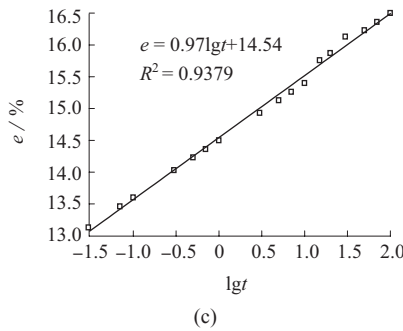
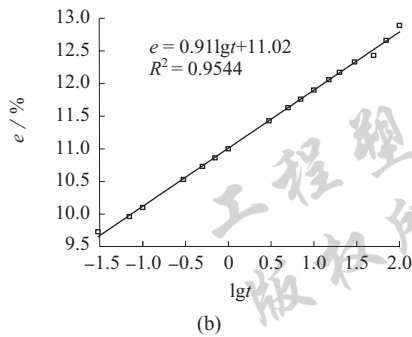
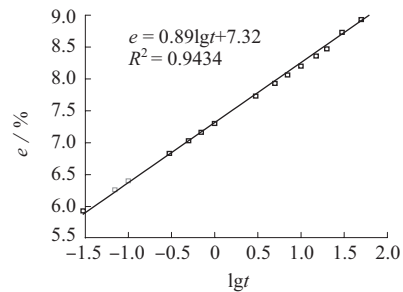
在侧限荷载分别为 0, 50, 100 kPa 及温度分别为 15, 25, 35℃ 条件下,进行 100 h 的土工格栅蠕变试验。参考土工合成材料测试规程 SL/T 235-1999,试验的蠕变荷载水平可选择拉伸强度的 20%,

30%,40%,60%,本次试验选取低荷载水平,即选择拉伸强度的20%。夹具为两块塑料板,塑料板与试样之间垫一层纱布并用螺栓固定以防止试样滑移。

2 结果与讨论

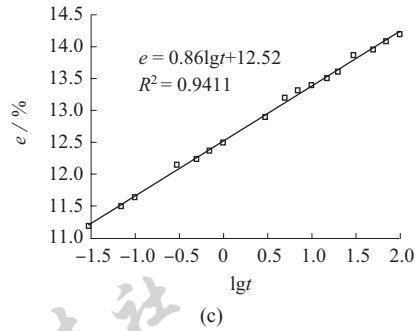
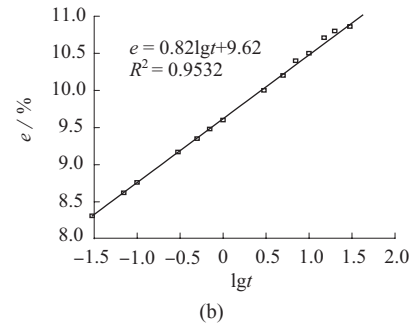
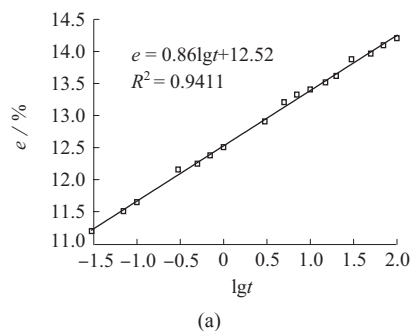
2.1 侧限荷载和温度对土工格栅蠕变应变的影响

在不同侧限荷载和温度下,蠕变应变(e)与时间对数($\lg t$)的曲线如图4~图6所示,最终蠕变应变结果如表3所示,蠕变应变与时间对数曲线的拟合直线的斜率如表4所示。



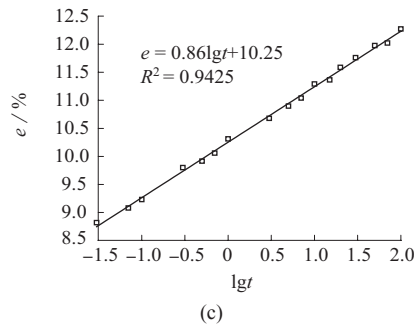
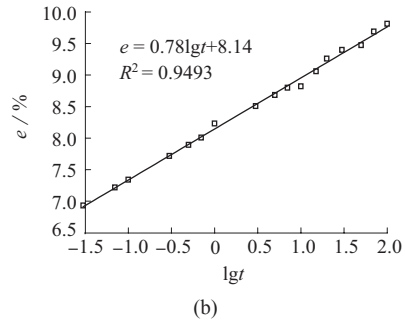
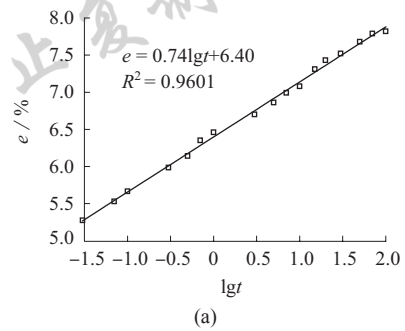
a—15°C; b—25°C; c—35°C

图4 无侧限荷载时不同温度下的蠕变应变-时间曲线



a—15°C; b—25°C; c—35°C

图5 侧限荷载为50 kPa时不同温度下的蠕变应变-时间曲线



a—15°C; b—25°C; c—35°C

图6 侧限荷载为100 kPa时不同温度下的蠕变应变-时间曲线

表3 不同侧限荷载和温度下最终蠕变应变数据 %

侧限荷载 / kPa	温度 / °C		
	15	25	35
0	5.8	9.7	13.0
50	4.7	8.3	11.2
100	4.3	6.8	8.3

表4 土工格栅蠕变应变-时间对数曲线拟合直线斜率

侧限荷载 / kPa	温度 / °C		
	15	25	35
0	0.89	0.91	0.97
50	0.79	0.82	0.89
100	0.74	0.78	0.86

由图4~图6可知,在低荷载水平(拉伸强度的20%)下,对土工格栅的蠕变应变-时间对数曲线进行线性拟合,其拟合度 R^2 均大于0.9,说明拟合精度较高。

由图4~图6、表3及表4可知,温度显著影响土工格栅的蠕变特性。随着温度的升高,蠕变应变显著增大,拟合直线的斜率增大。

在无侧限荷载条件下,当温度由15℃升高到25℃时,最终蠕变应变由5.8%增大到9.7%,增大67%,拟合直线的斜率由0.89增大到0.91;当温度由25℃升高到35℃时,最终蠕变应变由9.7%增大到13%,增大34%,拟合直线的斜率由0.91增大到0.97。

在侧限荷载为50 kPa下,当温度由15℃升高到25℃时,最终蠕变应变由4.7%增大到8.3%,增大77%,拟合直线的斜率由0.79增大到0.82;当温度由25℃升高到35℃时,最终蠕变应变由8.3%增大到11.2%,增大35%,拟合直线的斜率由0.82增大到0.89。

在侧限荷载为100 kPa下,当温度由15℃升高到25℃时,最终蠕变应变由4.3%增大到6.8%,增大58%,拟合直线的斜率由0.74增大到0.78;当温度由25℃升高到35℃时,最终蠕变应变由6.8%增大到8.3%,增大22%,拟合直线的斜率由0.78增大到0.86。

由图4~图6、表3还可以看出,侧限荷载会显著减小蠕变应变。当温度为15℃时,侧限荷载由0 kPa提高到50 kPa,最终蠕变应变减小19%,侧限荷载由50 kPa提高到100 kPa,最终蠕变应变减小9%;当温度为25℃时,侧限荷载由0 kPa提高到50 kPa,最终蠕变应变减小了14%,侧限荷载由50 kPa提高到100 kPa,最终蠕变应变减小18%;当温度为35℃时,侧限荷载由0 kPa提高到50 kPa,最终蠕变应变减小14%,侧限荷载由

50 kPa提高到100 kPa,最终蠕变应变减小26%。

2.2 土工格栅蠕变应变相关性分析

运用相关性分析方法,选取图4~图6的试验数据,研究温度、侧限荷载对蠕变特性的影响程度。具体方法是:控制其中一种影响因素固定不变,分析另一种影响因素与蠕变特性之间的相关性。结果如表5所示。

表5 土工格栅蠕变应变相关性分析结果

定量	变量	相关性	自由度	显著性(双侧)
温度	侧限荷载	-0.643	44	0.01
侧限荷载	温度	0.735	44	0.01

由表5可知,温度与土工格栅蠕变应变的相关性为0.735,二者呈正相关关系;而侧限荷载与土工格栅蠕变应变的相关性为-0.643,二者呈负相关关系。说明在0.01(双侧)水平上,温度和侧限荷载均显著影响土工格栅的蠕变应变,且温度对蠕变应变的影响比侧限荷载大。

3 结论

选取PE-HD土工格栅作为试验材料,在低荷载水平(拉伸强度的20%)下,进行侧限荷载分别为0, 50, 100 kPa及温度分别为15, 25, 35℃条件下的蠕变试验,每次试验时间为100 h,试验过程中试样均未破坏:

(1) 在低荷载水平(拉伸强度的20%)下,对土工格栅蠕变与时间对数进行线性拟合,拟合度大于0.9,拟合精度较高。温度越高,土工格栅的蠕变应变越大;侧限荷载越大,土工格栅的蠕变应变越小。

(2) 土工格栅蠕变应变相关性分析结果表明,温度、侧限荷载对土工格栅蠕变应变的相关性分别为0.735, -0.643,说明在0.01(双侧)水平上,温度和侧限荷载均显著影响土工格栅的蠕变应变,且温度对蠕变应变的影响比侧限荷载大。

参考文献

- [1] 丁金华,童军,张静,等.环境因素对土工格栅蠕变特性的影响[J].岩土力学,2012,33(7):2048-2054.
Ding Jinhua, Tong Jun, Zhang Jing, et al. Study of influence of environmental factors on geogrid creep property[J]. Rock and Soil Mechanics, 2012, 33(7): 2048-2054.
- [2] 丁金华,周武华.HDPE土工格栅在有约束条件下的蠕变特性试验[J].长江科学院院报,2012,29(4):49-51.
Ding Jinhua, Zhou Wuhua. Creep property of HDPE geogrid with sand confinement[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2012, 29(4): 49-51.
- [3] 李丽华,王钊,唐建设.时温叠加法确定土工合成材料蠕变折减系数[J].岩土力学,2005,26(1):113-116.

Li Lihua, Wang Zhao, Tang Jianshe. Determination of creep reduction factor of geosynthetics by time-temperature superposition[J]. Rock and Soil Mechanics, 26(1):113-116.

- [4] 王钊. 土工合成材料的蠕变试验 [J]. 岩土工程学报, 1994, 16(6):96-102.

Wang Zhao. The creep tests of geosynthetics[J]. Chinese Journal of

Geotechnical Engineering, 1994, 16(6):96-102.

- [5] 郭军辉,程卫国,张滨. 土工格栅低温下蠕变特性试验研究 [J]. 岩土力学, 2009, 30(10):3 009-3 012.

Guo Junhui, Cheng Weiguo, Zhang Bin. Research on creep property of geogrids at a low temperature[J]. Rock and Soil Mechanics, 2009, 30(10):3 009-3 012.

捷尔思推出新型无卤阻燃母料

杭州捷尔思阻燃化工有限公司是一家专业开发和生产无卤阻燃剂及无卤阻燃材料的高新技术企业。作为 CHINAPLAS 国际橡塑展的老展商,捷尔思每次参加展会都会带来一些新产品。今年捷尔思展出升级牌号的无卤阻燃剂、无卤阻燃母料以及定制产品。

捷尔思销售总监胡郁指出,现在需要聚烯烃无卤阻燃的客户越来越多,他们通常碰到的问题是阻燃剂析出,遇水滑腻。捷尔思针对这个问题推出 JLS-PNA220,这是一款升级产品。这款产品的特点是遇水不滑腻,阻燃性提高,加工速度以及效率都升级,很好地满足了聚烯烃、弹性体客户的要求。

此外,捷尔思还重点推出了 JLS-MB31 无卤阻燃母料。捷尔思销售总监说,使用无卤阻燃母料,无造粒设备的客户可以直接用捷尔思的母粒挤出成型。无卤阻燃母料可以帮助使用捷尔思阻燃剂的客人解决粉尘问题,从环保方面考虑,这是未来的一个趋势。另外,针对汽车行业越来越多以塑代钢的需求,以塑代钢需要用到长玻纤增强技术,以前用螺杆挤出会破坏玻纤形成的网状结构,产品的强度不够。如果使用长玻纤一次成型,能够保持玻纤的结构。而粉末无法满足长玻纤的要求,所以捷尔思推出母粒为长玻纤技术做准备,应对未来的市场。(慧聪网)

美利肯将扩充透明剂产能,满足全球市场需求

近日,美利肯公司宣布了一项产能扩充计划,将其位于南卡罗莱纳州 Blacksburg 工厂的 Millad® NX™ 8000 聚丙烯透明剂的产能扩增一倍以上,并将新加入一条生产线投入生产,从而确保产品供应能够满足全球市场日益增长的需求。这是迄今为止美利肯对 Millad 透明剂业务最大的一笔投资。根据计划,产能扩充项目将于 2015 年完工。

目前,Millad® NX™ 8000 已获得了全球市场的认可,成为新型透明聚丙烯应用的首选透明剂,广泛用于食品存储和个人护理品包装等领域,这也对美利肯的生产能力提出了更高的要求。此次产能扩张项目完成后,Millad® NX™ 8000 高性能透明剂将在全球市场保持充足的供应,从而满足客户当前和未来不断增加的需求。

凭借更纯净、更清洁的外观和卓越的可持续优势,Millad® NX™ 8000 透明剂技术已迅速取代传统透明剂,被越来越多市场所认可。Millad® NX™ 8000 具有更好的溶解性,能使增透后的聚丙烯在较低温度下进行加工。采用这种创新技术后,客户最多可节省高达 13% 的能源,加工周期

可缩短 18%,碳排放量则能减少 13% 以上。此外,Millad® NX™ 8000 透明剂带来的节能优势已获得独立环境认证公司——美国保险商实验室的全子公司的认证。

利用 Millad® NX™ 8000 透明剂,包装生产商可用密度较低的聚丙烯替代聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚对苯二甲酸乙二酯等高密度树脂,从而降低生产成本,减轻产品质量,实现环保优势。(工程塑料网)

2014 年不燃性聚氨酯类材料有望实用化

近日,积水化学工业宣布开发出了不燃性聚氨酯类材料,设想用于住宅和锂离子电池的保护材料等,计划在 2014 年内实现实用化。关于聚氨酯类等不燃性有机物材料,虽然积水化学表示目前正在调查全球的开发情况,但该公司高功能塑料公司开发研究所负责人认为,这次的开发品估计是全球首例。

这种不燃性聚氨酯类材料是通过在多元醇和整泡剂等中混合多种阻燃剂而实现的。将该开发品放在火上,其表面附近会形成碳化层,可以防止氧气和可燃气体发生反应。这种材料已经获得日本“国土交通大臣不燃性材料认定”。另外,在该公司进行的评估中,该材料达到了美国阻燃性标准“UL94”中阻燃性最高的“5V-A”级别。

为了更好地用于住宅,此次的开发品掺入了异氰酸酯作为固化剂,制成了硬质聚氨酯泡沫,也可以根据需求制成软质聚氨酯泡沫。(中塑在线)

SABIC 拟将用废弃油脂生产可再生塑料

沙特基础工业公司 (SABIC) 近日宣布,公司拟将以废弃油脂为原料,生产可再生聚烯烃。

SABIC 方面称,为进一步迎合欧洲终端产品生产商对可再生材料的需求,公司必须在传统石油基材料的基础上进行突破创新。据悉,新设的生物基聚烯烃生产单元坐落于荷兰 Geerlen,与公司石脑油基材料生产单元毗邻。

公司欧洲区域业务部经理表示, SABIC 已成功研发出生物材料转换技术。在该专利技术的帮助下,人们可从废弃油脂中成功制取生产聚烯烃所需原料。目前,公司已将目标对象瞄准欧洲市场。待大批量商业化投产后,这种新型生物基塑料将被广泛应用于食品包装、医疗等领域。

与传统废弃包装材料相比,这一新型生物基塑料更加透明,纯度更高。采用这一可再生材料生产的产品安全性能也更加有保障。

目前, SABIC 正在调整其塑料业务生产单元。未来数年,生物基塑料或将成为该单元的核心业务。(工程塑料网)