

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.08.006

汽车拉索套管帽用易脱模增韧 PA6 的研制

叶淑英^{1,2,3}, 刘罡^{2,3}, 李又兵¹

(1. 重庆理工大学材料科学与工程学院, 重庆 400054; 2. 中煤科工集团重庆研究院有限公司矿用新材料研究所, 重庆 401332;

3. 重庆科聚孚工程塑料有限责任公司, 重庆 401332)

摘要: 研究了增韧剂种类、润滑剂种类及其含量对尼龙 (PA)6 力学性能及脱模效果的影响。结果表明, 增韧剂的加入提高了 PA6 的脱模性, 且不同增韧剂对脱模性提高幅度不同; 润滑剂的加入能改善增韧 PA6 的脱模性, 润滑剂 A 和 C 搭配具有协同作用, 当其质量分数为 1% 时, 增韧 PA6 的脱模性及力学性能综合效果最佳。采用增韧易脱模 PA6 注塑成型的汽车拉索套管帽综合性能符合技术指标要求, 脱模性良好, 达到了客户的预期目标。

关键词: 尼龙 6; 增韧; 脱模性; 润滑剂

中图分类号: TQ323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)08-0025-05

Development of Good Release Property and Toughened PA6 for Sleeve Cap of Automobile Cable

Ye Shuying^{1, 2, 3}, Liu Gang^{2, 3}, Li Youbing¹

(1. School of Material Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China;

2. Mining New Materials Research Institute, Chongqing Branch of China Coal Research Institute, Chongqing 401332, China;

3. Chongqing Copolyforce Engineering Plastics Co. Ltd., Chongqing 401332, China)

Abstract : The effects of lubricant and toughening agent on mechanical properties and release property of nylon 6 were studied. The results show that toughening agent and lubricants can increase the release property of nylon 6. The mechanical properties and release property are optimal when the amount of lubricant A and C were 1%. The sleeve cap of automobile cable made from the toughened and good releasing property nylon 6 can meet the application requirements perfectly, which achieves customer's expected goal.

Keywords : nylon 6; toughening; release property; lubricants

汽车拉索是在汽车上使用的有外保护的铁索, 由钢丝绳索拉线制成, 外部涂覆一层橡胶或塑料, 在车辆内部用于各部件之间的操纵衔接, 广泛应用于汽车的刹车、油门、换挡等。按其用途可分为油门拉索、离合拉索、制动器拉索、换挡拉索等。而套管帽是汽车拉索上的一个固定拉索导向和限位的塑料零件, 其材料不仅需要具有良好的强度, 还需要在低温环境时具有较好的韧性。套管帽体积较小, 为提高生产效率, 降低成本, 在实际生产中套管帽模具往往采取一模多腔的结构形式, 因此, 还要求套管帽材料具有较好的脱模性。

目前国内关于汽车拉索套管帽的研究主要集中在其结构设计^[1-2]及模具设计^[3]上, 而关于套管帽材料的相关报道则非常罕见。国内汽车拉索套管帽生产商使用的材料主要依赖于进口, 国产材料的应用很少。因此, 研究和开发汽车拉索套管帽材料具有重要的意义, 不仅可为国内套管帽生产商

采购材料带来便捷, 更为重要的是为其降低套管帽材料的成本, 使其产品价值更大化。

尼龙 (PA)6 为通用工程塑料中的重要品种, 年产量接近 600 万 t^[4]。它具有强度高、自润滑性好、耐溶剂性好、耐油性好、加工流动性好等诸多优点, 是汽车拉索套管帽首选材料之一。但由于 PA6 存在干态及低温时冲击强度较低、模具结构复杂时易出现脱模性差等缺点, 不能满足套管帽的要求, 因此, 需要对 PA6 进行改性。通常 PA6 的增韧改性方法有弹性体增韧^[5-7]、掺混高性能工程塑料^[8-9]、无机刚性粒子增韧^[10]和有机刚性粒子增韧^[11]等。

笔者通过对 PA6 共混改性, 系统研究增韧剂、润滑剂种类及含量对 PA6 力学性能和脱模性的影响, 对比了自制材料与进口材料的性能, 研制开发出汽车拉索套管帽用增韧易脱模 PA6 复合材料, 其力

联系人: 叶淑英, 副研究员, 从事高分子材料改性工作

收稿日期: 2015-06-10

学性能与国外进口材料相当,可完全满足汽车拉索套管帽的应用要求,成本却大为降低。

1 实验部分

1.1 原材料

PA6:低黏 M2400,黏度约 $2.4 \text{ Pa} \cdot \text{s}$,广东新会美达锦纶股份有限公司;

增韧剂 A:马来酸酐接枝 POE,市售;

增韧剂 B:乙烯-丙烯酸酯-马来酸酐三元共聚物,市售;

润滑剂 A:乙撑双硬脂酰胺,市售;

润滑剂 B:季戊四醇硬脂酸酯,市售;

润滑剂 C:带有多个反应活性基团的聚酯(YY-503A),市售;

其它助剂:市售。

1.2 仪器与设备

电子万能试验机:CMT4204 型,深圳新三思材料检测有限公司;

悬臂梁冲击试验机:ZBC1400-B 型,深圳新三

思材料检测有限公司;

差示扫描量热(DSC)仪:Q-20 型,美国 TA 仪器有限公司;

热重(TG)分析仪:Q-50 型,美国 TA 仪器有限公司;

同向双螺杆挤出机:TE-65 型,江苏科亚化工装备有限公司;

高速混合机:SHR-200 型,张家港亿利机械有限公司;

干燥机:SD-9 型,广州佳银塑机公司;

注塑机:SZ-90 型,广东东华塑料机械公司。

1.3 试样制备

按表 1 配方将 PA6、增韧剂、润滑剂及其它助剂加入高速混合机中混合均匀,然后采用双螺杆挤出机熔融共混、挤出造粒。挤出机温度控制在 $220 \sim 250^\circ\text{C}$,螺杆转速 $35 \sim 40 \text{ r/min}$ 。将所得粒料在 90°C 干燥 4 h,采用注塑机注射制品及力学性能测试样条,注塑温度 $220 \sim 250^\circ\text{C}$ 。

表 1 试样配方

组分	0 [#]	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]	10 [#]	11 [#]	12 [#]
PA6 M2400	100	88.5	88.5	88.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	88	87	86.5
增韧剂 A	0	11	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
增韧剂 B	0	0	11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
润滑剂 A	0	0	0	0	1	0	0	0.5	0	0.5	0.25	0.75	1
润滑剂 B	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0.5	0	0	0	0
润滑剂 C	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0.5	0.25	0.75	1
抗氧剂	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

1.4 测试与表征

力学性能:拉伸强度按 ISO527-2005 测试;冲击强度按 ISO179.1-2000 测试,温度 23°C ;弯曲强度按 ISO178-2001 测试。

热变形温度按 ISO75-2003 测试。

DSC 分析:样品质量 10 g,氮气气氛,升温速率为 $10^\circ\text{C}/\text{min}$,气流速率为 $50 \text{ mL}/\text{min}$,升温范围为 $50 \sim 300^\circ\text{C}$ 。

TG 分析:样品质量 10 g,氮气气氛,升温速率为 $10^\circ\text{C}/\text{min}$,气流速率为 $50 \text{ mL}/\text{min}$,升温范围为常温 $\sim 700^\circ\text{C}$ 。

脱模性表征:采用连续注塑成型汽车拉索套管帽,通过目视观察脱模效果来表征。每一模成型周期为 30 s。从第一模产品开始,连续注塑直到出现粘模现象结束,计算这期间的连续脱模次数。连续脱模次数越多,表明脱模性越好,反之则脱模性越差。

2 结果与讨论

2.1 增韧剂对 PA6 力学性能和脱模性的影响

不同增韧剂对 PA6 力学性能及脱模性的影响见表 2。

表 2 不同增韧剂对 PA6 力学性能及脱模性的影响

项目	0 [#]	1 [#]	2 [#]	3 [#]
拉伸强度 /MPa	71	54	58	55
断裂伸长率 /%	50	100	110	122
缺口冲击强度 /($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$)	9	15	16.7	18.3
弯曲强度 /MPa	85	57	60	58
弯曲弹性模量 /MPa	2015	1563	1617	1680
热变形温度 / $^\circ\text{C}$	62	52	54.5	53
连续脱模次数 /次	30	42	56	70

由表 2 可看出,增韧剂 A 和 B 对 PA6 都有很好的增韧效果;当增韧剂 A 和 B 搭配使用,具有协同增韧效果。相对来说,增韧剂 B 的增韧效果优于增韧剂 A。产生上述差异的原因可能与增韧剂的成分有关:增韧剂 B 为乙烯-丙烯酸酯-马来酸酐三元共聚物,由于其分子结构中双官能基团的存在,提

高了增韧剂与 PA6 的反应活性,一方面加强了增韧剂在 PA6 中的分散性,另一方面提升了二者的界面强度,因而其增韧效果较好。

同时由表 2 可知,增韧剂的加入提高了 PA6 的脱模性,不同增韧剂对 PA6 的脱模性改善效果不同。在增韧剂质量分数均为 11% 时,增韧剂 A 和 B 搭配使用脱模效果最好,脱模次数由未添加增韧剂时的 30 次提高到 70 次,提高幅度达 130%;增韧剂 B 次之,脱模次数提高了 26 次;增韧剂 A 最差,脱模次数仅提高了 12 次。增韧剂加入后能提高 PA6 脱模性的原因可能是由于增韧剂的极性较低,能在一定程度上削弱 PA6 的极性,降低 PA6 与金属表面的作用力,故有利于脱模性的提高。

2.2 润滑剂种类对增韧 PA6 脱模性的影响

以 3[#] 配方为基础,选择三种润滑剂来改善增韧 PA6 的脱模性,考察润滑剂种类对增韧 PA6 脱模性的影响,结果见表 3。

表 3 不同润滑剂对增韧 PA6 脱模性的影响

项目	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]
连续脱模次数/次	180	100	260	130	160	360

从表 3 可看出,当润滑剂质量分数为 1% 时,各种润滑剂对增韧 PA6 的脱模性均有不同程度的改善,但改善结果差别很大。润滑剂 A 和 C 同时添加具有协同效果,增韧 PA6 的脱模性最好,连续成型 360 模未出现粘模现象,与未加脱模剂的增韧 PA6 相比,脱模效果提高了 4 倍多;润滑剂 C 次之,连续注塑成型 260 模才开始出现粘模现象;而润滑剂 B 最差,连续注塑成型 100 模即出现粘模现象。

润滑剂按其作用方式可分为内润滑剂和外润滑剂两类^[12],内润滑剂用来减少聚合物分子链间的内聚力,起到加速熔融、降低熔体黏度、延长加工寿命、改善流动性和提高透明性等作用;外润滑剂起防止熔融聚合物粘附于热加工设备表面的作用,起到降低摩擦、提高外观光泽度和改善脱模性能作用。

笔者选择的三种润滑剂均为含极性基团的长链烷烃,其极性基团与 PA6 极性结点相络合,可降低 PA6 树脂微粒间及分子链段间的相互作用力;而其长链烷基与 PA6 互不相容,在成型加工过程中被逐渐排斥到 PA6 熔体与金属加工设备之间的界面上,起外润滑剂作用,在 PA6 制品和模具之间形成一层均匀的润滑剂分子层,从而降低制品的离模力,改善脱模性。但三种润滑剂对脱模性改善效果的差异可能与其分子结构及极性相关,相对而言,润滑剂

C 极性稍弱于润滑剂 A, B^[13-14],对 PA6 起到外润滑作用较大,更有利于提高脱模性能。

2.3 润滑剂含量对增韧 PA6 力学性能和脱模性的影响

以 3[#] 配方为基础,将润滑剂 A 和 C 配合使用,考察其含量对增韧 PA6 力学性能及脱模性的影响,结果见表 4。

表 4 润滑剂含量对增韧 PA6 力学性能及脱模性的影响

项目	3 [#]	9 [#]	10 [#]	11 [#]	12 [#]
拉伸强度 / MPa	55	56	55.7	54.6	53.3
断裂伸长率 / %	122	130	125	115	100
缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	18.3	20	19.5	18.9	17
弯曲强度 / MPa	58	60	59	58.2	57
弯曲弹性模量 / MPa	1 680	1 730	1 710	1 705	1 672
热变形温度 / °C	53	55	54.2	52.5	51
连续脱模次数 / 次	70	360	180	370	385

从表 4 可看出,随着润滑剂含量的增加,增韧 PA6 的力学性能总体呈现略微上升趋势,当润滑剂的添加量达到 1.0% 时出现最大值,在加入量大于 1.0% 后略有下降。这可能是因为加工过程中,PA6 固体粒子之间、熔化的分子间以及熔体与加工设备金属表面之间存在摩擦,摩擦产生大量的热量致使 PA6 出现降解现象。适量润滑剂的加入防止了 PA6 摩擦生热降解,可一定程度提高 PA6 的拉伸强度和冲击强度等力学性能;而润滑剂过量时,小分子的润滑剂则会进入 PA6 分子链之间,破坏 PA6 分子间作用力,导致增韧 PA6 的力学性能出现下降现象。

同时也可看出,随着润滑剂含量的增加,增韧 PA6 的脱模性不断提高,当润滑剂的添加量达到 1.0% 时大幅提高,之后上升则比较缓慢。因此,润滑剂含量为 1.0% 时增韧 PA6 的综合性能最佳。

2.4 与进口同类产品性能对比

对比自制的易脱模增韧 PA6(9[#] 配方,简称自制 PA6)及进口同类材料(简称进口 PA6)的力学性能、脱模性及热稳定性,结果见表 5,相关 DSC 和 TG 曲线分别见图 1、图 2。

由表 5 可见,自制 PA6 的力学性能及脱模性与进口 PA6 相当,且两者熔点均为 219 °C。自制 PA6 在 330 °C 时失重 5%,377 °C 时失重 10%,433 °C 时失重 50%;进口 PA6 在 335 °C 时失重 5%,377 °C 时失重 10%,436 °C 时失重 50%,自制 PA6 和进口 PA6 最大失重速率温度分别为 526 °C 和 533 °C。两者热稳定性相当,均具有优异的热稳定性。

表 5 自制 PA6 与进口 PA6 力学性能、脱模性及热稳定性对比¹⁾

项目	自制 PA6	进口 PA6
拉伸强度 / MPa	56	55
断裂伸长率 / %	130	134
简支梁缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	20	21
弯曲强度 / MPa	60	58
弯曲弹性模量 / MPa	1 730	1 690
热变形温度 / °C	55	49
连续脱模次数 / 次	360	365
熔点 / °C	219	219
$T_{5\%}$ / °C	330	335
$T_{10\%}$ / °C	377	377
$T_{50\%}$ / °C	433	436
$T_{\max}$ / °C	526	533

注: 1) $T_{5\%}$, $T_{10\%}$, $T_{50\%}$, $T_{\max}$ 分别为失重 5%, 10%, 50% 及最大失重速率时的温度。

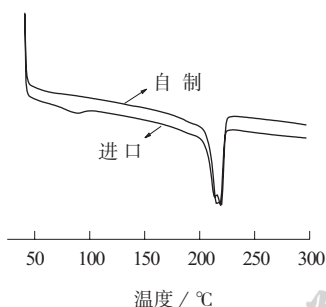


图 1 自制 PA6 与进口 PA6 的 DSC 曲线

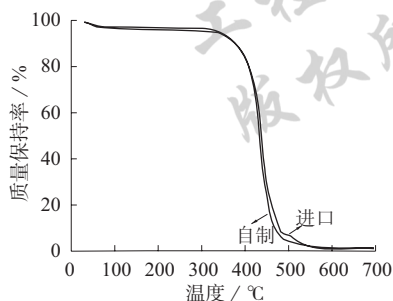


图 2 自制 PA6 与进口 PA6 的 TG 曲线

2.5 易脱模增韧 PA6 应用情况

根据上述试验结果,确定易脱模增韧 PA6 汽车拉索套管帽专用料的配方为: 87.5% PA6 M2400, 5% 增韧剂 A, 6% 增韧剂 B, 0.5% 润滑剂 A, 0.5% 润滑剂 C, 0.5% 抗氧剂。其性能与客户使用的进口材料相当。

经某客户(汽车拉索制造商)采用该材料注塑成型套管帽(见图 3),与其使用的进口材料对比,力学性能及脱模性均相当,达到了客户的预期目标,且成本大幅下降,现已批量投入生产,全面替代客户使用的进口材料。

3 结论

(1) 两种增韧剂 A 和增韧剂 B 对 PA6 均有良好

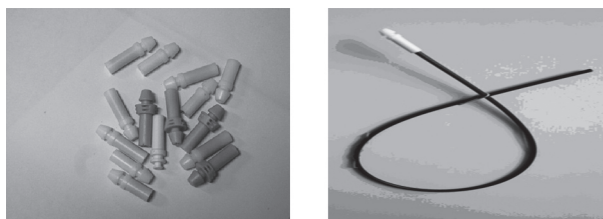


图 3 汽车拉索及套管帽

的增韧效果,其中 A 和 B 搭配增韧效果最佳,脱模效果也最佳。

(2) 三种润滑剂 A, B, C 对增韧 PA6 的脱模性有不同程度的改善,其中润滑剂 A 和润滑剂 C 搭配脱模效果最好。

(3) 随润滑剂 A 和 C 含量的增加,增韧 PA6 脱模效果逐步提高,力学性能呈现先略微上升而后下降的趋势,当 A 和 C 总质量分数为 1.0% 时,增韧 PA6 的力学性能达到最大值。

(4) 研制的易脱模增韧 PA6 力学性能与进口同类材料相当,用其注塑生产的汽车拉索套管帽脱模性好,得到了客户的认可。

参考文献

- [1] 张晓龙,叶宏璐,蒋平. 一种汽车用换挡操纵拉索套管帽: 中国, CN201357754[P]. 2009-12-09.
Zhang Xiaolong, Ye Honglu, Jiang Ping. A shift operation for sleeve cap of automobile cable: China, CN201357754[P]. 2009-12-09.
- [2] 郭磊,刘易海,谢来恩. 用于驻车制动拉索的套管帽组合结构: 中国, CN202732842U[P]. 2013-02-13.
Guo Lei, Liu Yihai, Xie Laien. The composite structure of the cap used for parking brake cable: China, CN202732842U[P]. 2013-02-13.
- [3] 陶永亮,郝圣妍. 套管帽注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(6): 63-65.
Tao Yongliang, Hao Shengyan. Injection mold design of sleeve cap[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(6): 63-65.
- [4] 王雪薇,王雨靓,林湖彬,等. 超韧尼龙的共混改性技术、性能比较及应用[J]. 科技创新导报, 2014(25): 30.
Wang Xuewei, Wang Yuliang, Lin Hubin, et al. Blending modification technology, performance comparison and application of super toughness nylon[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2014(25): 30.
- [5] 王萍丽,孔壮志,季君晖. POE-g-MAH 对尼龙 6 的增韧改性[J]. 高分子材料科学与工程, 2012, 28(4): 73-75, 80.
Wang Pingli, Kong Zhuangzhi, Ji Junhui. Structure and mechanical properties of nylon-6 toughened by POE-g-MAH[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2012, 28(4): 73-75, 80.
- [6] 陈少华,熊必金,曹亚. 苯乙烯类热塑性弹性体增韧尼龙 6 的研

- 究[J]. 塑料工业, 2009, 37(4):22-24.
- Chen Shaohua, Xiong Bijin, Cao Ya. Toughening modification PA6 with styrenic thermoplastic elastomer[J]. China Plastics Industry, 2009, 37(4):22-24.
- [7] 谭志勇, 崔秀丽, 刘世纯. PA6/EPDM/EPDM-g-GMA 共混物结构与性能的研究[J]. 塑料工业, 2013, 41(12):25-28.
- Tan Zhiyong, Cui Xiuli, Liu Shichun. Study on morphology and properties of PA6/EPDM/EPDM-g-GMA blends[J]. China Plastics Industry, 2013, 41(12):25-28.
- [8] 陈军, 吴唯, 陈玉洁, 等. PA6/PC 合金的网络结构化增韧[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(2):5-8.
- Chen Jun, Wu Wei, Chen Yujie, et al. Network structured toughening of PA6/PC alloy[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(2):5-8.
- [9] 徐国平. 聚苯醚/尼龙 6 合金的制备及应用[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(2):59-61.
- Xu Guoping. Preparation and application of PPE/PA6 alloy[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(2):59-61.
- [10] 陈煌, 王国全, 黄慧, 等. PA6/无机纳米复合材料的力学性能研究[J]. 塑料, 2008, 37(2):50-52, 57.
- Chen Huang, Wang Guoquan, Huang Hui, et al. The mechanical properties of PA6/inorganic nanocomposites[J]. Plastics, 2008, 37(2):50-52, 57.
- [11] 赵海燕, 李艳敏, 王占京, 等. 甲基丙烯酸化核壳结构聚合物的制备及对尼龙 6 的改性[J]. 高分子材料科学与工程, 2011, 27(8):146-149.
- Zhao Haiyan, Li Yanmin, Wang Zhanjing, et al. Preparation of functionalized core-shell structural polymer with methacrylic acid and modifying nylon-6[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2011, 27(8):146-149.
- [12] 李杰, 刘芳, 夏飞, 等. 润滑剂的极性对润滑作用的影响[J]. 聚氯乙烯, 2005(3):26-28.
- Li Jie, Liu Fang, Xia Fei, et al. The influences of polarity of lubricant on the lubricant effect[J]. Polyvinyl Chloride, 2005(3):26-28.
- [13] 阳范文, 杨清华, 谭铭浩, 等. 几种润滑剂性能比较及其对 ABS 熔融加工的影响[J]. 合成材料老化与应用, 2014, 43(3):16-20.
- Yang Fanwen, Yang Qinghua, Tan Minghao, et al. Comparison of lubricants performance and effect of them on ABS melt process[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2014, 43(3):16-20.
- [14] 付晓. 四种润滑剂对碳酸钙在塑料中的分散性的改善效果[J]. 塑料助剂, 2013(6):45-49, 53.
- Fu Xiao. Research of the effect of four lubricants on improvement of calcium carbonate dispersity in plastics[J]. Plastic Additiyes, 2013(6):45-49, 53.
- [15] 吕通建, 沈燕侠, 安丽平, 等. 新型尼龙增韧剂对尼龙 6 增韧的研究[J]. 工程塑料应用, 2004, 32(3):14-15.
- Lyu Tongjian, Shen Yanxia, An Liping, et al. Study on nylon 6 toughened by new toughening agent[J]. Engineering Plastics Application, 2004, 32(3):14-15.

大庆炼化聚丙烯酰胺生产线成果转化

日前大庆炼化公司聚合物一厂传出喜讯,聚丙烯酰胺研磨油单耗同比降低 22 kg/t,这是实施聚丙烯酰胺生产线研磨油降耗增效科研攻关取得的成果。

大庆炼化由生产型企业向科技生产型企业转变,积极鼓励和支持全员技术创新。聚合物一厂科研人员开拓思路,大胆实践,开展了聚丙烯酰胺生产线研磨油降耗增效科研项目、聚丙烯酰胺装置干燥器节能技术研究与应用攻关,并加快了科研成果转化。

为降低生产过程中研磨油的消耗量,聚合物一厂科研人员对 18 条生产线均使用分散效果更好的分散剂,造粒机均安装自行设计的新型双喷嘴及其配套设备,降低了研磨油的耗量,一季度报表显示研磨油耗量下降幅度达 43%。

直燃器改造项目主要是将聚丙烯酰胺三车间生产线干燥器导热油换热系统改为直燃器,由瓦斯直接给空气加热,用加热后的空气干燥聚丙烯酰胺胶体。改造后减少了导热油的使用及导热油输送、导热油与热风换热过程中热量损耗,不仅提高了生产的安全系数,还达到了节能降耗的目的。改造两条线日节约瓦斯 3.74 t,节约率达 38%。

科研人员将继续开拓思路在消耗巨大的聚丙烯酰胺水

解、干燥等关键工序上持续创新,以降低聚丙烯酰胺生产能耗和员工的劳动强度,并加快科研成果的转化力度和速度,推动企业向科技生产型企业转变。(中塑机网)

日本推出生物基塑料智能手机屏幕

日本电子制造商夏普公司正将生物基塑料制成的智能手机前面板商业化,其采用的是三菱化学公司的生物基聚碳酸酯 Durabio。

总部位于东京的三菱公司在 7 月 6 日发布消息称,该屏幕将用于夏普新款 Aquos 水晶 2 智能手机,日本的软银公司在 7 月中旬开始销售。

三菱表示:“大多数智能手机面板是由玻璃制成的,而它们的易裂性一直是问题。”

该材料还克服了传统塑料的一些不足之处,手机制造商一直在研究塑料作为玻璃的潜在替代品,需要同时具有良好的光学性能和防裂性能,三菱说。

该公司表示 Durabio 来自植物基异山梨醇(葡萄糖制成),作为共聚单体取代双酚 A,并比常规工程塑料更耐热、耐冲击和耐候。

该材料也被用于马自达和铃木公司的汽车内外部件。

(塑新网)