

聚丙烯/蒙脱土纳米复合材料的研究进展

于建 贾俊

(清华大学化学工程系高分子研究所,北京 100084)

摘要 对聚丙烯(PP)/蒙脱土(MMT)纳米复合材料的国内外研究进展进行综述,介绍了PP/MMT纳米复合材料的制备原理和制备方法。包括原位插层聚合、聚合物溶液插层法、聚合物熔融插层法、溶胶-凝胶法,重点介绍了聚合物熔融插层法的研究进展。聚合物熔融插层法具有操作简单、无需处理过多溶剂的优点,避免了环境和能源问题,更易于工业化。最后对PP/MMT纳米复合材料的未来发展进行了展望。

关键词 聚丙烯 蒙脱土 纳米复合材料 熔融插层法

聚丙烯(PP)是国内外产量大、应用领域广泛的通用塑料,与其它通用热塑性塑料相比,PP具有密度小、刚性好、强度高、耐挠曲,以及有高于100℃的耐热性和良好的耐化学药品性等优点。但PP也存在低温耐冲击性较差、易老化、成型收缩率大等缺点,因此对PP改性有着重要的意义。根据产品的要求和用途,PP可以用共混、填充、增强、添加助剂,以及共聚、交联等方法加以改性。如可以添加碳酸钙、滑石粉、矿物质等以提高PP的硬度、耐热性、尺寸稳定性;添加玻璃纤维、石棉纤维、云母、玻璃微珠等以提高PP的拉伸强度、改善低温耐冲击性及抗蠕变性;添加橡胶、弹性体和其它柔性聚合物等以提高PP的冲击性能、透明性^[1]。

自从1987年日本^[2]首次报道采用原位插层聚合方法制备尼龙6/蒙脱土(MMT)插层复合材料以来,有关这方面的研究十分活跃,插层法制备聚合物基纳米复合材料的方法被运用到多种聚合物的改性中。由于PP分子的非极性且无官能团等原因,有关PP/MMT纳米复合材料方面的研究一直引起广泛关注。

1 PP/MMT纳米复合材料的改性机理

MMT是一种由硅-氧四面体和铝-氧或氢氧基组成的八面体在Z轴方向作周期排列的2:1的层状结构硅酸盐矿物^[3],每个晶胞由2个硅氧四面体和1个铝氧八面体构成,四面体中心的 Si^{4+} 和八面体中心的 Al^{3+} 易被低价的阳离子取代,因而表面层带负电,有良好的离子交换和吸附能力^[4]。这些离子与其它有机离子进行离子交换生成有机化的MMT,通过插层剂等助剂的加入,MMT片层间距增大形成插层或达到剥离状态。

MMT的插层与剥离分别对应于复合材料的增韧和增刚。插层型的纳米复合材料中,PP大分子并未进入到MMT片层间,当材料受到冲击时,除了在MMT颗粒和PP之间产生力学作用层与无机粉体粒子填充相似的效果外,其硅酸盐片层也可能发生层间距的变化,将吸收的冲击能转化成变形功以对冲击应力产生缓冲的效果。S. Cai等认为,对硅酸盐片层表面进行有机改性处理,使其与基体树脂之间产生较强的界面相互作用也是影响增韧效果的因素之一^[5]。朱晓光等^[6]认为,当纳米塑料受冲击时,填料粒子脱落,基体产生空

洞化损伤,若基体层厚度小于临界基体层厚度,则基体层塑性变形大大加强,从而使材料的韧性大大提高。然而,当MMT在PP基体中分散得越均匀,堆积层厚度越小甚至达到单片层时,MMT片层被PP大分子剥离,上述的缓冲效果失效,取而代之的是类似于玻璃纤维增强的机理,最终导致复合材料的拉伸和弯曲弹性模量提高,冲击强度下降。

2 PP/MMT纳米复合材料的制备和性能

插层复合法是制备这一类纳米复合材料总的方法,按照反应机理、混合的条件和环境、插层的方式的不同,可分为四类:原位插层聚合、聚合物溶液插层法、聚合物熔融插层法和溶胶-凝胶法,其中溶胶-凝胶法的相关报道比较少。

原位插层法是将聚合物单体分散、插层进入MMT片层中,然后原位聚合,利用聚合时放出的大量热量,克服MMT片层间的库仑力,使其剥离。马继盛等^[7]受烯烃配位聚合的启发,首先利用Ziegler-Natta催化剂负载在有机化处理的MMT上,然后在反应器反复抽排后充入一定压力的丙烯单体,将甲苯溶剂(500 mL)、三乙基铝(1 g)和外给电子体注入反应器中,在 N_2 保护下称量2 g有机MMT(OMMT)加入反应体系中,于70~80℃下反应一定的时间,经乙醇终止反应,过滤,干燥,即得粉状PP/MMT纳米复合材料。产物用广角X射线衍射(WAXD)分析发现MMT层状结构的衍射峰消失,这说明MMT发生了剥离。用透射电子显微镜(TEM)观察可以看到很多厚度1 nm、扭曲、错位排列的MMT片层,这证明了MMT确实发生了剥离,且在PP中分散较好。但该方法对反应设备的要求太高,仅能在实验室里实现。

聚合物溶液插层法与聚合物熔融插层法同属于聚合物插层,即将聚合物熔体或者溶液与MMT混合,利用力化学或热力学作用使MMT剥离成纳米尺度的片层并均匀分散在聚合物基体中。现今的研究主要集中在这两类。现就这两类制备方法的国内外进展作一个详细的介绍。

2.1 聚合物溶液插层法

聚合物溶液插层法是指将PP和MMT一起加入溶剂中,经过长时间搅拌使MMT均匀分散于PP基体中,MMT片

层达到纳米尺度分离,最后对产物进行分离挥发溶剂得到纳米复合材料。

刘晓辉等^[8]用原位接枝插层法成功地制备了 PP/MMT 纳米复合材料。他们将丙烯酸酯、适量引发剂的水溶液与 OMMT 的甲苯分散液配成稳定的乳液,待三口烧瓶中 PP 与甲苯混合物升至回流温度且 PP 完全溶解后,将配好的乳液滴加入烧瓶中,保温 1 h 后冷却出料。因为丙烯酸酯可以极容易地插入 MMT 片层之间,在片层之间聚合时可与硅酸盐表面形成复杂的化合物,依靠生成的化学键牢固地锚接在片层表面;此外,丙烯酸酯具有的双键在引发剂作用下可以与 PP 主链发生接枝反应,所以在丙烯酸酯的桥联作用下,PP 大分子链可以强行插入硅酸盐片层之间且与其形成稳定的结构,不再被排斥出来。通过 X 射线衍射(XRD)和 TEM 证实,OMMT 片层间距从 1.42 nm 增加至 4 nm 左右,分散在 PP 基体中的 MMT 片层大部分仍以原始的 20~30 层组成的层状聚集结构存在,小部分则被剥离成纳米尺度的单片层或几个片层组成的初级结构无规分散。

A. Usuki 等^[9-12]用双十八烷酰胺二甲基胺盐(DSDM)作插层剂,选用聚烯烃远整烷基齐聚物作增容剂制备了剥离型 PP/MMT 纳米复合材料。等质量的由 DSDM 插层得到的 OMMT 与聚烯烃远整烷基齐聚物被加入到甲苯溶液中,挥发甲苯溶剂后,得到聚烯烃二醇进一步插层的改性 OMMT,最后将改性 OMMT 与 PP 共混得到剥离型纳米复合材料。这种方法被称为“二步法”:首先,在甲苯溶剂中使极性聚烯烃远整烷基齐聚物插入 MMT 片层间,导致层间距增大,并且层间相互作用减弱;然后,通过与 PP 共混,使 PP 大分子插入到改性 OMMT 层间。

A. Oya 等^[13-15]先将双丙酮丙酰胺(DAAM)、引发剂偶氮二异丁腈(AIBN)和经铵离子交换的 OMMT 在甲苯溶液中混合,使 DAAM 聚合并插入到 MMT 片层间,然后在 N₂ 保护下,将所形成的凝胶与马来酸酐接枝 PP(PP-g-MAH)在甲苯中混合,再用甲醇洗去未聚合的 DAAM,将干燥后得到的母料与 PP 共混即得到纳米复合材料。XRD 结果显示 MMT 尖锐的(001)面衍射峰强度在复合材料中降低,但是并不消失,层间距无大的变化但片层厚度减小,说明 MMT 中仍为堆积的层状结构。

2.2 聚合物熔融插层法

聚合物熔融插层法是指先将 PP 和 MMT 混合,然后加热到 PP 熔点以上,在挤出机或混炼机中通过剪切力使两者混合均匀,插层剥离而得到纳米复合材料。与溶液插层法相比,这种方法具有操作简单且无需处理过多溶剂等优点,因而避免了环境和能源问题,更易于工业化,是目前研究最多的方法。

王柯等^[16]采用熔融插层法在双螺杆挤出机中制备了 PP/OMMT 纳米复合材料,讨论了有机化改性、增容剂及辐照、接枝处理等因素对纳米复合材料性能的影响。采用 PP-g-MAH 为增容剂,在对 MMT 有机化之前,用丙烯酸酯进行

了辐照改性接枝。力学性能测试结果表明,MMT 经过有机化处理及辐照接枝等改性后,复合材料的冲击强度较基体树脂提高了 50%。XRD 结果显示对 MMT 的有机化改性可有效地增大其层间距。TEM 结果证明 OMMT 片层在 PP 基体中达到了纳米级的分散。扫描电子显微镜(SEM)剖析表明,加入纳米填料的确能提高填料与基体间的相互作用,改善界面性质,使实现 PP 基体的增韧成为可能。

徐卫兵等^[17]用十六烷基三甲基溴化铵对钠基 MMT 进行改性后,在双辊混炼机上与 PP 进行熔融共混制备了纳米复合材料。结果表明,通过熔融插层法,PP 可插层进入 OMMT 的片层间形成纳米复合材料,且 PP/OMMT 纳米复合材料的冲击韧性在 MMT 含量为 3% 时有大幅度提高,拉伸强度略有下降。XRD 和差示扫描量热仪(DSC)研究表明,OMMT 的加入对 PP 的结晶产生了一定的影响,结晶温度升高,结晶度略有提高,对 PP 起到了异相成核的作用。

邹志明等^[18]将 OMMT 和 PP 在双辊混炼机上直接熔融共混制备了纳米复合材料,并研究了材料的力学性能,发现在 OMMT 用量很少时,随着 OMMT 用量的增加,复合材料的拉伸弹性模量和冲击强度增加,且在 OMMT 用量分别为 PP 的 2% 和 4% 时达到一个最大值,冲击强度最大值可达到纯 PP 的 4 倍左右,而后随着 OMMT 用量的增加,两者反而都降低,这是因为随着 OMMT 用量的增加,片层间的聚集倾向增大,达不到纳米增强的效果。此外,反应中形成的极性基团有利于增强 PP 与 OMMT 间的相互作用,所以 OMMT 的加入可以减少紫外辐照对 PP 造成的力学性能降低。

于建等^[19]采用直接注射法制备了 PP/MMT 复合材料,考察了材料结构与性能方面的特征。结果表明,插层剂对 OMMT 有着强烈的溶剂化作用,能以较快的速度向 MMT 中硅酸盐层片之间扩散,当插层剂添加量达到约 1% 时,MMT 层间距从 2.0 nm 急剧增大至 3.3 nm 左右,复合材料的冲击强度明显提高,接近 PP 冲击强度的 3 倍。这表明,MMT 可以在插层剂存在的条件下被插层,且其硅酸盐层片之间距离的变化完全取决于插层剂对 MMT 的溶剂化作用,而与熔融混炼中热或机械能的作用无关;插层剂虽不能使非极性的 PP 分子本身对 MMT 产生插层作用,但有助于使其易于分散在 MMT 层之间,使作为分散相的 MMT 形成两种结构层次,第一种结构层次是被分散在 PP 中的 MMT 颗粒,第二种结构层次是处于 MMT 颗粒中被插层剂等间隔地隔离开的多层硅酸盐片层;复合材料的冲击强度与硅酸盐片层间距有良好的相关关系,插层剂添加量的增加,可以使 PP 发生屈服和塑性形变,MMT 中硅酸盐片层间距的增大也易于使其发生剪切滑移。但 PP/MMT 复合材料在冲击强度得以提高的同时,其拉伸强度将有所下降。

杨柳等^[20]分别采用 6-氨基己酸、己内酰胺、溴代十六烷基三甲基胺为插层剂对 MMT 进行有机化处理,再采用乳液聚合的方法在 MMT 层间进行苯乙烯单体的原位聚合,形成聚苯乙烯(PS)/OMMT 纳米复合材料,最后将此复合材料作为

母料与 PP 熔融共混。XRD 和 TEM 分析结果表明,OMMT 的制备关键因素是选用长碳链的大分子插层剂,溴代十六烷基三甲胺的插层效果要远远好于 6-氨基己酸和己内酰胺。其它插层条件如酸度、MMT 的浓度、插层剂的用量对插层效果也有影响。采用乳液聚合方法在 MMT 片层间进行苯乙烯单体的原位聚合反应,可以通过形成的 PS 将 MMT 层间距进一步增大,PP 大分子进入到 MMT 层间使 MMT 插层并剥离,在 PP 基体中以纳米级分散。

X. H. Liu 等^[21]用十六烷基季铵盐处理钠基 MMT,将得到的 OMMT 与环氧丙烷异丁烯酸酯、引发剂过氧化苯甲酰(BPO)在密炼机中共混得到一种共插层的 OMMT,其片层间距由钠基 MMT 的 1.96 nm 增加到 2.98 nm。然后把 OMMT 与 PP 在约 190℃下通过双螺杆挤出机以 180 r/min 的速度挤出,制得 PP/OMMT 纳米复合材料。他们认为,不饱和的共插层单体可以增加 MMT 的层间距,并且可以接枝到 PP 分子链上,而大的层间距和接枝反应所产生的热量可以提高 MMT 在 PP 基体中的分散。复合材料的力学性能显示,在冲击强度基本不变的情况下,拉伸强度提高 27%,且储能模量提高、 $\tan \delta$ 降低,这证明 MMT 的加入有利于增强 PP。

K. N. Kim 等^[22]按照 PP、PP-g-MAH 和 OMMT 为 80:15:5 的质量比在密炼机中熔融共混制备了纳米复合材料,考察了插层结构、基体粘度及功能高分子组分对 PP/OMMT 纳米复合材料的影响,结果表明,最初 OMMT 层间距的提高主要是通过提高有机分子链的长度和它们在 MMT 中的堆积密度得到的。然而,当层间变得更加密集时高分子链想要再渗透已经变得很难。低粘度的 PP 基体导致 OMMT 更加无序地分布,复合材料中存在一个 PP-g-MAH 的最佳含量,这些都可以通过自洽场理论得到很好的解释。

J. M. Pastor 等^[23]首先将马来酸二乙酯(DEM)或 MAH 改性 PP 与 OMMT 共混制得母料,然后再将母料与纯 PP 通过双螺杆挤出机熔融共混制备纳米复合材料,所制备的复合材料拉伸弹性模量均有所提高,而用 MAH 改性 PP 制得的复合材料明显高于用 DEM 改性的材料,这是因为 MMT 的分散和插层极大地取决于 PP 基体的接枝改性方法,DEM 的极性低于 MAH,因此与 OMMT 片层间的极性基团的相互作用也较弱。

A. Usuki 等^[24]将 PP-g-MAH 和 MMT 熔融挤出制备了 PP/MMT 纳米复合材料,更详细地证实了复合材料中的层次结构,讨论了不同含量 MMT 的纳米复合材料结构与性能的关系。通过 WAXD 和 TEM 分析,MMT 粒子在复合材料中剥离和堆积的程度取决于 MMT 的含量,PP-g-MAH 上接枝的极性基团通过扩散 PP 分子链进入 MMT 片层间(插入点)增加了和 MMT 片层的相互作用,但是,随着 MMT 含量的增加,MMT 被剥离成单个硅酸盐片层受到局限。并且,结晶后插层的 PP-g-MAH 有着从微米到纳米尺度的分级结构。

R. M. Haupt 等^[25]通过熔融共混制备了含有 OMMT 的间规 PP(sPP)复合材料,考察了 OMMT 的改性方法以及作

为增容剂的马来酸酐接枝等规 PP(iPP-g-MAH)的添加对材料形态和力学性能的影响。合成的钠基氟代云母作为一种水膨胀性的层状硅酸盐,通过和质子化的十八烷基铵进行阳离子交换被有机化。只有混合改性后的硅酸盐且在 iPP-g-MAH 的联合作用下,硅酸盐片层才能达到单片层的剥离和分散,而这些硅酸盐片层被封装在 PP 基体中 iPP-g-MAH 的壳里。硅酸盐片层间距随着增容剂的含量和分子量的增加而增大。纳米材料的拉伸弹性模量从 490 MPa 提高到 2 640 MPa,提高了近 5 倍。这种提高得益于硅酸盐的纳米增强作用,并且分散了有机硅酸盐纳米粒子的 iPP-g-MAH 壳在 sPP 的结晶过程中起到了成核的作用。复合材料的屈服应力从 sPP 基体的 16 MPa 提高到 29 MPa。

D. H. Kim 等^[26]报道了一种独特的方法,即通过在熔融共混的 PP/MMT 混合体系中提供一个电场,可以在不添加 PP-g-MAH 和羟基接枝 PP 的情况下,用密炼机熔融共混制备 PP/MMT 纳米复合材料。在强的电场作用下,复合材料的流变性能显著提高,XRD 测试显示特征峰消失,复合材料的储能模量随着时间的增加而达到一个稳定值。TEM 分析进一步证实了纳米尺度结构的形成。

S. C. Tjong 等^[27]首先使用盐酸和 MAH 处理蛭石(一种结构和性能类似于 MMT 的层状硅酸盐),然后再与 PP、MAH 和引发剂过氧化二异丙苯(DCP)一起加入到单螺杆挤出机中,一步反应制备了 PP 纳米复合材料。他们最先在原位纳米复合材料的制备中采用 MAH 作为反应试剂,MAH 同时充当 PP 基体的改性添加剂和硅酸盐的膨胀剂。因此,PP 和蛭石只要通过简单的熔融共混就可以得到剥离或者插层结构的纳米复合材料。拉伸性能测试显示,由于插层或剥离的蛭石具有增强作用,复合材料的拉伸弹性模量和拉伸强度随着蛭石含量增加而提高。

Y. Tang 等^[28]采用两种不同的方法制备了 PP/MMT 复合材料。第一种方法是采用未处理的 MMT 和反应增容剂十六烷基三甲基溴化铵(C16)作为原料;另外一种则是采用不同的 OMMT。首先采用传统制备方法将 OMMT 和 PP-g-MAH 在 180℃下由双螺杆挤出机挤出制备成母料,然后再将母料与 PP 在 200℃下再次挤出最终制得纳米复合材料。值得注意的是还采用了另一种新方法,即把 MMT 和 C16 先按照质量比 5:4 在研钵中混合均匀,然后与 PP、PP-g-MAH 一起由挤出机一次挤出制得。从 XRD 图谱来看,传统方法所制备的纳米复合材料的 XRD 图谱在小角范围有明显的(001)衍射面特征峰存在,MMT 并没有得到完全的剥离,但是由新方法所制备的纳米复合材料图谱中,小角范围内特征峰已经不存在,仅仅在 $2\theta = 6.8^\circ$ 对应于 1.3 nm 处有一个很微弱的特征峰,Y. Tang 等认为这是由残留在铝硅酸盐层间的水所造成的,而 MMT 则以单个片层或两、三个片层组成的堆积层分散于 PP 基体中,MMT 片层得到很好的剥离,这些在 TEM 照片中也得到了证明。

Z. M. Wang 等^[29]采用氨基末端改性的 PP 作为 MMT

的有机改性剂制备了剥离型的 PP/MMT 纳米复合材料。首先利用带氨基的链转移剂在茂金属催化剂催化的条件下制备了氨基末端改性 PP(PP- NH_3), 并且采用同样的热退火处理方法分别得到了 PP- NH_3 和钠基 MMT, 以及十八烷基铵 MMT(C18-MMT) 的混合物。PP- NH_3^+ /钠基 MMT 的 XRD 图谱上没有出现特征峰, 表明混合物中的 MMT 处于完全剥离状态。进一步将上述混合物与纯 PP 共混后, TEM 和 XRD 图谱显示 MMT 依然以剥离状态分散在 PP 基体中, 这证明 MMT 的剥离结构是热力学稳定的, 且 PP 基体大分子链在 PP- NH_3^+ /MMT/iPP 三相纳米复合材料中起到了稀释剂的作用。末端憎水的 NH_3^+ 基团通过离子交换把 PP 分子链锚接到无机的界面上, 高分子量和半结晶的另一端 PP 尾链使得 MMT 发生剥离。作为对比, 作者考察了一些在侧基有功能基团的嵌段共聚物与 C18-MMT 以及 2C18-MMT 共混制得的复合材料, XRD 和 TEM 分析表明所制备复合材料的 MMT 仅仅是插层结构, 只有 20%~40% 的剥离程度。

3 结语

近期有关 PP/MMT 纳米复合材料的研究主要集中在两方面: 一是对 MMT 改性, 包括层间距的扩大和增加与 PP 基体的相容性; 二是对 PP 改性, 主要是增加 PP 与 MMT 片层间的粘合力。前者已经工业化, 并且可以直接用于制备性能良好的纳米复合材料。而 PP 的改性目前主要局限于 MAH 和羟基接枝。PP 作为一种通用塑料, 它的改性方法能否更易于工业化将是今后研究的重点。

参考文献

1 罗河胜. 新编塑料材料手册. 广州: 广东科技出版社, 1998.

- 2 Okada A, et al. Polym Prepr, 1987, 28: 447
- 3 邹志明, 等. 中国塑料, 2000, 14(11): 81
- 4 张建玲, 等. 河北师范大学学报, 2000, 24(1): 70
- 5 王柯, 等. 工程塑料应用, 2001, 29(12): 43
- 6 朱晓光, 等. 材料研究学报, 1997, 11(6): 623
- 7 马继盛, 等. 高等学校化学学报, 2001, 22(10): 1767
- 8 刘晓辉, 等. 高分子学报, 2000(5): 563
- 9 Usuki A, et al. J Appl Polym Sci, 1997, 63(1): 137
- 10 Usuki A, et al. Macromolecules, 1997, 30: 6333
- 11 Usuki A, et al. J Appl Polym Sci, 1998, 67: 87
- 12 Usuki A, et al. J Appl Polym Sci, 2000, 78: 1918
- 13 Oya A, et al. J Mater Sci Lett, 1996, 15: 1481
- 14 Oya A, et al. J Mater Sci Lett, 1997, 16: 1670
- 15 Oya A, et al. J Mater Sci, 2000, 35: 1045
- 16 王柯, 等. 绝缘材料, 2002(3): 3
- 17 徐卫兵, 等. 中国塑料, 2000, 14(11): 27
- 18 邹志明, 等. 中国塑料, 2000, 14(11): 81
- 19 于建, 等. 中国塑料, 2001, 15(6): 25
- 20 杨柳, 等. 中国塑料, 2002, 16(2): 44
- 21 Liu X H, et al. Polymer, 2001, 42: 10013
- 22 Kim K N, et al. Poly Eng and Sci, 2001, 41(11): 1963
- 23 Pastor J M, et al. European Polymer Journal, 2003, 39: 945
- 24 Usuki A, et al. Polymer, 2001, 42: 9633
- 25 Mülhaupt R, et al. Polymer, 2002, 43: 2909
- 26 Kim D H, et al. Macromol Rapid Commun, 2003, 24: 388
- 27 Tjong S C, et al. Chem Mater, 2002, 14: 44
- 28 Tang Y, et al. Polymer Degradation and Stability, 2003, 82: 127
- 29 Wang Z M, et al. Macromolecules, 2003, 36: 8919

ADVANCE IN THE RESEARCH OF POLYPROPYLENE/MONTMORILLONITE NANOCOMPOSITE

Yu Jian, Jia Jun

(Institute of Polymer Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

ABSTRACT The advance in the research of polypropylene(PP)/montmorillonite(MMT) nanocomposite at home and abroad was summarized. The principles and methods for preparing PP/MMT nanocomposite were presented. The preparing methods included in situ intercalation, polymer solution intercalation, polymer melting intercalation, sol-gel, and so on, and the progress of polymer melting intercalation was described with emphasis. The polymer melting intercalation operated simply and had no need of dealing with the overmuch solvent, which avoided the problems of environment and energy source, and it was easy to be industrialized. At last, the developing tendency of PP/MMT nanocomposite was expected.

KEYWORDS polypropylene, montmorillonite, nanocomposites, melting intercalation

BASF 耐温和高流动性尼龙新牌号

德国 BASF 公司推出低成本耐温尼龙和高流动性的尼龙新牌号。

Ultramiol A3WG10 HS Black 20560 是热稳定性高的 50% 玻璃纤维增强尼龙配混料, 可作为昂贵的半结晶型聚合物聚己二酸丙二酯(PPA)或高温尼龙的替代品, 用于 180~200℃ 下工作的汽车机罩下部件。该牌号 190℃、1000 h 热老化后的力学性能可与高温尼龙相比, 而且在上述温度下仍保持优异的拉伸强度。试用还表明, 尽管其玻璃纤维含量

高, 但加工部件表面质量高, 容易用振动焊接法连接, 热老化后焊缝强度不下降, 因其不需在高熔融和高成型温度下加工, 模具成本低。

Ultramiol B3WG24 HP 是 10% 玻纤和 20% 无机填料填充尼龙 6, 熔体流动性高, 但力学性能, 特别是冲击强度不降低, 适于成型大表面积制品如发动机罩, 比同样拉伸强度的标准牌号流动性高 40%, 但拉伸强度和断裂伸长率仅低 10%, 另一个高流动性牌号 B3EG6 HP, 含玻纤 30%, 适用于电动工具部件。

(唐伟家)