

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.05.025

碳纤维表面生长碳纳米管技术研究进展

王启芬,陈刚,吴忠泉,于倩倩,王忠,崇琳,王志远,魏化震

(中国兵器工业集团第五三研究所,济南 250031)

摘要:介绍了碳纤维(CF)表面生长碳纳米管(CNTs)的制备方法研究情况,综述了沉积温度、沉积时间、碳源气体等因素对CNTs形态结构的影响,阐述了以CF为基底CNTs的生长机理及CNTs-CF复合增强材料的增强机制,展望了CNTs-CF复合增强材料的应用前景。

关键词:碳纳米管;碳纤维;复合增强材料

中图分类号: TB383 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)05-0117-05

Review on Growing Carbon Nanotubes on Surface of Carbon Fibers

Wang Qifen, Chen Gang, Wu Zhongquan, Yu Qianqian, Wang Zhong, Chong Lin, Wang Zhiyuan, Wei Huazhen

(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

Abstract : The preparation method of growing carbon nanotubes (CNTs) on the surface of carbon fibers (CF) was introduced. Effect of deposition temperature, deposition time and carbon source gas on the morphology and structure of CNTs was reviewed. Growth mechanism of CNTs on CF and reinforcement mechanism of CNTs-CF compound reinforced material were expatiated. Appliance foreground of CNTs-CF compound reinforced material was expected.

Keywords : carbon nanotube ; carbon fiber ; compound reinforced material

碳纤维(CF)增强树脂基复合材料具有轻质、高强度、高模量等优异性能,但其存在层间剪切强度低、耐冲击性差、易分层等缺点,在用于三维方向承载结构部件时受到限制,影响了复合材料减重效率的发挥,甚至难以应用^[1]。

碳纳米管(CNTs)自发现以来,就以其独特的电性能、热性能和力学性能引起了人们的广泛关注。CNTs具有高达200 GPa的超高强度和1 TPa的超高模量,使它成为提高复合材料力学性能的首要选择^[2]。但由于CNTs存在团聚、卷曲等问题,其超高比强度和超高比模量的特点没有得到充分发挥,增强效果不理想^[3]。

在CF表面生长CNTs制备CNTs-CF复合增强材料,既可提高CF表面的粗糙程度,解决CF和基体的界面结合问题,又可解决CNTs在复合材料中的分散和取向问题,是提高CF复合材料层间性能研究的热点之一。利用CNTs-CF复合增强材料制备三维复合材料,可以极大提高复合材料层间断裂韧性和强度、抗分层性、冲击性能等力学性能,同时还能提高材料的阻尼性、热传导性和电传导性。CNTs-CF复合增强材料是一种具有潜力的结构功能化增强材料。

制备CNTs的方法有电弧法、激光蒸发法、化学气相沉淀法等。2001年, Li Wenzhi等^[4]利用化学气相沉淀法在石墨表面生长CNTs技术,制备出了CNTs-石墨复合体。从此,开始了以碳为基底制备CNTs的研究。2002年,

E. T. Thostenson等^[5]采用W. Z. Li的制备工艺在CF表面生长出CNTs,首次制备出CNTs-CF复合增强材料。随后,许多国内外学者相继采用化学气相沉淀法研究制备CNTs-CF复合增强材料。目前,制备CNTs-CF复合增强材料的主要方法是化学气相沉积法。

1 复合增强材料制备

1.1 CF表面预处理

CNTs在CF基底上生长存在以下问题:第一,CF表面存在上浆剂,在沉积温度下上浆剂易氧化,影响催化效率;第二,催化剂容易渗入CF内部导致催化作用失效;第三,容易引入其它含碳副产物导致CNTs纯度降低^[6-7]。因此,在生长CNTs前,需要对CF基底进行预处理。预处理包括除胶处理、表面酸处理和其它溶液处理。

除胶处理通常在700℃真空^[5]和400℃空气^[8]中进行。Zhang Qiuhong等^[9]研究发现,未上胶的CF表面生长CNTs的速度快,上胶的CF表面生长CNTs速度慢。在800℃和750℃,未上胶纤维表面完全覆盖CNTs需要的时间分别是10 min和15 min,而上胶纤维表面完全覆盖CNTs需要的时间是15 min和30 min。因此,除胶后更有利于CNTs在纤维表面的生长。

联系人:王启芬,博士,主要研究方向碳纤维及其复合材料

收稿日期:2013-02-28

纤维表面酸处理通常是在 60℃ 浓硝酸中浸泡 30 min 或在室温下浸泡 5 h,也有在硝酸 / 硫酸混合酸中浸泡 30 min^[10-11]。经过酸处理后能够提高 CF 的表面活性^[12-15],去除表面杂质^[10-11],使其表面更容易生长出 CNTs。

为防止催化剂渗入纤维内部,曾乐勇等^[11]将 CF 放入在 Fe(NO₃)₃ 二甲苯溶液中浸泡 12 h,使其表面达到渗透饱和,当浮动催化剂落在纤维表面时,能有效降低催化剂颗粒向纤维内部渗透,提高催化效率,有利于 CNTs 的生长。

1.2 催化剂加载

根据催化剂的加载方式,可分为溅射法^[4-5,8,16]、浸渍法^[12-15,17-22]、原位催化法^[23-24]、浮动催化法^[9-11,25-29]和电沉积法^[30]等。

溅射法采用磁控溅射技术,在 CF 表面溅射一层均匀的催化剂(Fe, Ni 等)膜,然后在一定温度下通入 H₂ 和载气,将催化剂膜转化为纳米颗粒^[5]。这种方法的优点是催化层涂覆均匀,厚度可控。缺点是操作复杂。E. T. Thostenson 等^[5]在 CF 表面磁控溅射催化剂 304 不锈钢,以乙炔为碳源,利用化学气相沉积法,在 CF 表面成功生长出 CNTs,并对单根纤维复合材料界面性能进行测试,结果显示,其界面剪切强度显著提高,证明生长在 CF 表面的 CNTs 能够有效提高界面应力传递能力。

浸渍法是将催化剂前驱体(硝酸铁、硝酸镍、硝酸钴等)配制成为一定浓度的溶液,将 CF 浸泡在催化剂溶液中,取出干燥后,在一定温度下通入 H₂ 和载气,还原成催化剂纳米颗粒。浸渍法操作简单,但催化剂离子容易渗入到纤维内部,破坏 CF 结构的致密性,降低 CF 强度。S. P. Sharma 等^[14-15,20]采用浸渍法,制备了 CNTs-CF 复合增强材料,并制成复合材料测试其力学性能,结果显示, CNTs-CF / 环氧树脂复合材料的拉伸强度比 CF / 环氧树脂复合材料提高了 26%,从拉伸断口形貌观察,纤维拔出明显减少, CNTs 起到了增强界面的作用;纵向压缩强度提高了 4.29%,横向压缩强度提高了 66.53%;巴氏硬度也明显提高。

原位催化法是将催化剂纳米粒子直接放置于 CF 表面,这种方法操作简单,但催化剂粒子与 CF 基底结合差,容易脱落^[23]。

浮动催化剂是以 H₂ 和 N₂ 作为载气携带含有二茂铁的有机溶液,注入 CVD 炉中,高温汽化后,二茂铁被 H₂ 还原成单质铁纳米粒子。浮动催化剂的优点是金属催化剂与 CF 表面接触时间短,减少了催化剂向 CF 内部渗入^[25],缺点是催化剂和碳源通过 N₂ 和 H₂ 混合气体携入反应区,操作过程复杂^[24]。R. B. Mathur 等^[27]采用浮动催化法,在一维、二维、三维 CF 表面生长 CNTs,并制备了酚醛树脂复合材料,其弯曲强度较 CF / 酚醛树脂复合材料分别提高了 20%,75%,

66%,弯曲弹性模量分别提高了 28%,54%,46%。

电沉积法是通过电镀方法加载催化剂。这种方法能够在金属催化剂与碳基底间提供良好的键合^[30]。试验证明,采用电沉积法在 CF 表面加载催化剂,分别经过去离子水、乙醇、正丁醇和丙酮溶液的浸渍、磁力搅拌(200,800 r/min)、离心(1000,5000 r/min)和超声等 5 min 处理,除在丙酮中超声的催化剂局部有脱落外,其它纤维表面催化剂均没有明显改变。

1.3 CNTs 生长

加载催化剂后,以含碳气体或液体,如乙炔、乙烯、甲烷、苯、一氧化碳等作为碳源,在高温下(500~1300℃)进行催化分解,以过渡金属催化剂的纳米级颗粒作为生长 CNTs 的“种子”制备 CNTs。在化学气相沉积法制备 CNTs 过程中,沉积温度、时间、催化剂及气体流量等因素对 CNTs 形态结构均有影响。

(1) 沉积温度对 CNTs 形态结构的影响。

沉积温度是影响 CNTs 生长的主要因素。沉积温度过低,催化剂效率低,得不到 CNTs;而温度过高则会生成无定形碳等杂质。不同的温度对 CNTs 的形态、尺寸、产率等都有影响。只有合适的温度才能生长出高质量、高纯度的 CNTs。

Zhu Shen 等^[17]采用浸渍法在 CF 表面生长 CNTs 时发现,沉积温度为 550℃ 时,CF 表面只覆盖了一层均匀的碳层,没有 CNTs 生成;750℃ 时,CF 表面生长出网状 CNTs;850℃ 时,CF 表面有无定形碳生成,并由于纤维重结晶和 H₂ 对纤维表面无定形碳的蚀刻出现了很多孔洞。

Gong Qiaojuan 等^[23]采用原位催化法制备多壁碳纳米管(MWCTs)时发现,在其它条件相同的情况下,沉积温度为 1050℃ 时,出现大量 CNTs 和微米碳管的混合物;在 1100℃ 时,除了混合物,还有无定形碳球附着在碳管壁上;1200℃ 时,得到的是结晶性良好的 CNTs, CNTs 表面有少量无定形碳球粘附。

Zhao Zhigang 等^[25]研究发现,以二甲苯为碳源,采用浮动催化法在 CF 表面生长 CNTs,沉积温度决定 CNTs 的直径。沉积温度低, CNTs 直径大,长度小,而沉积温度高时, CNTs 直径小,长度大。

S. P. Sharma 等^[20]研究了沉积温度对 CNTs 质量和产量影响。当沉积温度较低时(<680℃),生长的 CNTs 呈弯曲蠕虫状,而温度较高时(≥700℃)时,生长的 CNTs 较直。随着温度的升高, CNTs 的产率先增加后减少,其中最高产率出现在 700℃。这是因为温度较低时,催化剂颗粒的活性相对低, CNTs 的生长长度相对短,表现出生长速率低,催化剂失效快,导致 CNTs 产率低;在 700℃ 时,催化剂活性增加,

催化剂湮灭延迟,每种催化剂催化时间延长,导致产率增加。当温度继续升高,相邻的细小催化剂颗粒发生聚集,形成较大的催化剂粒子,催化活性点减小,降低了CNTs产率。高质量CNTs生长的温度范围在650~850℃之间。以Fe, Co, Ni为催化剂,乙炔为碳源, Ar为载气条件下,700℃时CNTs产率最高。

(2) 沉积时间对CNTs形态结构的影响。

沉积时间是影响CNTs生长的另一个重要因素。Lv Peng等^[29]在实验中发现,沉积时间从30 min延长到120 min, CNTs平均长度从16 μm,增加到108 μm。管径基本没有变化。

S. P. Sharma等^[20]研究了CNTs产率与沉积时间的关系。结果发现,起初产率随时间的增加而增加,但是随着过程的进行,产率逐渐稳定。产率随时间的变化,和CNTs长度与时间的关系相对应。说明最初催化剂的活性高,碳原子容易在催化剂新鲜的表面中扩散。随着时间的延长,碳原子扩散速率逐渐减小,最后为零,此时CNTs长度不变,产率也不再增加。

(3) 催化剂对CNTs形态结构的影响。

Zhao Jianguo等^[13]发现催化剂颗粒越小, CNTs直径越小,管壁层数越少。催化剂粒子的大小与管径一致,说明催化剂粒子的大小决定CNTs的管径大小。同时他们还发现,在催化剂Fe, Co, Ni中, Co的还原性最好,与碳反应易失去电子,形成碳化物。就CNTs质量来说,Co的催化性能最好。用Co作催化剂制备的CNTs纯度高,管壁平滑,无定形碳少^[13]。

F. Cesano等^[19]发现,在相同时间内,Fe作为催化剂时, CNTs质量增加的比Ni作为催化剂的少,说明Fe的催化效率比Ni的催化效率低。

Lv Peng等^[29]采用注射化学气相沉淀法在CF表面生长CNTs,发现催化剂的分布密度影响CNTs的生长形态,当催化剂分布密度小时(表面未处理),得到的是无规形态的CNTs,而当催化剂分布密度大时(表面有SiO₂涂层),得到的是放射性排列的CNTs。

(4) 碳源气体流量及浓度对CNTs形态结构的影响。

S. P. Sharma等^[20]研究了乙炔(C₂H₂)流量对CNTs形态的影响。高浓度C₂H₂会导致CNTs直径增大;H₂和C₂H₂同时存在能提高CNTs的质量;高体积分数的H₂能够抑制催化剂中毒,有利于CNTs的生长。

Zhu Shen等^[17]研究了甲烷通入量对CNTs形态的影响。发现甲烷含量为混合气体的10%时,能够制备出单壁CNTs,而大于10%时为单壁和多壁混合CNTs,并且随着甲烷浓度的提高, MWCTs量增多。

(5) 综合因素对CNTs形态的影响。

R. J. Sager等^[28]采用不同的催化剂及碳源在T650 CF表面生长CNTs,结果发现,当CF在900℃ Ar/H₂环境中,暴露于铁、酞菁粉末15 min,铁为催化剂,酞菁作为碳源,得到的CNTs在CF表面呈放射性分布;而CF在800℃ Ar/H₂环境中,二甲苯作为碳源,二茂铁作为催化剂,沉积30 min,得到的CNTs在CF表面则无规分布。说明催化剂及碳源种类影响CNTs在CF表面的分布形态。

Zhang Qiuhong等^[9]采用浮动催化法制备CNTs时,发现CNTs在CF表面的密度和形态受温度和碳源/催化剂混合气体通入流速的综合影响。700℃时CF表面生长的CNTs密度低,温度升高到750℃时,CF表面CNTs的密度增加,形成取向排列高度一致的CNTs。说明温度影响二茂铁催化剂分解,温度在铁催化成核和生长中起重要作用。温度继续升高到800℃,通入混合气体流速从5 mL/min增加到10 mL/min,得到的CNTs无取向、长度不一致,无序性增加。适合的温度和流速能够得到取向、排列、长度一致的CNTs。

2 以CF为基底CNTs的生长机理及CNTs-CF复合增强材料增强机制

2.1 以CF为基底CNTs的生长机理

利用化学气相沉积法合成CNTs时, CNTs的生长模式有两类^[31]:一类是CNTs顶部生长模式(tip-growth);另一类为CNTs底部生长模式(base-growth)。当CNTs通过顶部生长模式形成时,处于过饱和状态的碳原子在催化剂与载体交界处核化,生长形成的CNTs将催化剂颗粒托起离开载体。此种模式生长的CNTs一端扎根于基底中,另一端呈自由状态,末端附着有催化剂颗粒。当CNTs通过第二种模式生长时,裂解产生的碳原子从催化剂的侧面渗入到催化剂中,在催化剂表面核化而逐渐形成CNTs。在此种条件下催化剂与基底紧紧地结合在一起, CNTs的一端与催化剂紧密相连,另一端处于自由状态,具有帽状结构。

大部分研究者认为, CNTs究竟以哪一种模式生长取决于催化剂颗粒与基底之间的相互吸引力,当催化剂颗粒与基底间相互作用力较大时, CNTs的生长模式为底部生长,当相互作用力较小时,则生长模式为顶部生长。

S. P. Sharma等^[20]和N. Sonoyama等^[26]在850℃条件下,利用透射电子显微镜(TEM)图像证实催化剂Co处于CNTs顶端,说明此时CNTs生长模式为顶端生长模式。而在以二茂铁浮动催化剂制备的CNTs中发现非顶端生长模式,这是因为二茂铁汽化后分解成催化剂Fe和气相碳氢化合物, Fe粒子在基底上浮动,松散地落在基底上,催化剂与基底的连接很弱^[20]。

宋强等^[21]采用浸渍法,以Fe为催化剂,天然气为碳源制备CNTs时发现,在1060℃时CF表面有大量CNTs生成,通过TEM观察管顶部没有发现催化剂,他认为是在CF表面生长CNTs,是底端生长模式。

K. J. Kim等^[8]研究了CF表面生长CNTs过程中CF强度的变化,解释了纤维表面生长CNTs过程中强度变化原因。催化剂涂敷和纳米粒子形成过程导致CF强度的减小,是因为催化剂涂敷渗入到CF表皮下无定形区域和纳米粒子石墨层中,破坏了CF皮层结构;而CVD过程不会产生任何损伤,在适当的条件下,碳源通过桥连石墨层边缘还能对结构起到修复损伤的作用,有利于CF强度的修复和提高。

2.2 CNTs-CF复合体增强机制

S. P. Sharma等^[14-15]利用CNTs-CF复合增强材料制备了树脂基复合材料,系统研究了复合材料的拉伸强度和压缩强度,并阐释了CNTs-CF复合体增强机制。未处理的CF增强聚合物形成一个简单两组分复合材料,而使用表面生长CNTs的CF增强聚合物形成三组分复合材料。邻近CNTs-CF复合增强纤维的区域定义为复合材料界相区,这个区域具有两个界面:一个是纤维/基体/CNTs之间的界面,另一个是纳米复合材料和环氧树脂之间的界面。其中CF起到主要增强作用,CNTs/CF起到次要增强作用。由于CF,CNTs属于不同的尺度范围,所以形成一个多尺度复合材料体系。CNTs在每一根CF周围形成纳米复合层,不仅改性纤维树脂界面,而且形成CNTs/聚合物基体纳米复合界相。纳米复合界相显著改变了复合材料典型性能,CNTs与CF结合影响复合材料界面的几个参量,这几个参量相互协同作用,导致复合材料性能提高。CNTs比CF形成更强的界相,可以改变裂纹传播和断裂过程,因此提高复合材料力学性能。

3 展望

随着国民经济各个领域对复合材料用量的不断增大,对轻量化复合材料提出了迫切的需求。由于纤维增强树脂基复合材料自身存在纤维间(层间)强度低的弱点,在应用于多方向上都要求承载的结构部件时受到了限制。CNTs-CF复合增强材料能够实现CNTs取向定向控制,提高在复合材料中CNTs的加入量,将在纳米和宏观尺度上使复合材料成为三维增强复合材料,其力学性能将产生极大提升,尤其可使复合材料的层间性能、压缩性能和冲击韧性成倍提高。

另外,CNTs-CF可作为优良的场发射冷阴极材料,并在冷阴极器件的制备中具有潜在的优势。首先CF具有良好的导电性和化学稳定性,衬底和CNTs之间可以形成良好的接触,有利于电子的传输;其次,由于CF具有可移动、可拉伸、可弯曲的特点,可以使阴极被任意图形化以及实现单根冷阴

极的添加和移除,简化器件的制备工艺,而且可实现大尺寸冷阴极器件的制作^[10-11,16]。

目前,CNTs-CF复合增强材料已得到国内外众多研究者的青睐,对其应用也开始了初步探索,但是CNTs-CF复合增强材料在制备、表征和应用中还存在很多问题:(1)目前制备还处于实验室阶段,没有实现大规模连续化生产;(2)没有建立直接表征CNTs与CF连接强度的手段;(3)还没有系统研究CNTs-CF增强树脂基复合材料的制备工艺等。总之,CNTs-CF复合增强材料还存在很多问题需要进一步研究,解决好这些问题将可以进一步推进我国军用和民用材料的发展。

参考文献

- [1] Kowbel W, et al. Composites Part A, 1997, 28(12):993-1000.
- [2] Thostenson E T, et al. Composition Science and Technology, 2001, 61(13):1809-1912.
- [3] Bekyarova E, et al. Langmuir, 2007, 23(7):3970-3974.
- [4] Li Wenzhi, et al. Chemical Physics Letter, 2001, 335(3-4):141-149.
- [5] Thostenson E T, et al. Journal of Applied Physics, 2002, 91(9):6034-6037.
- [6] Weiser P S, et al. Journal of Applied Physics, 1992, 72(10):4643-4647.
- [7] Zhu S, et al. Journal of the American Ceramic Society, 1998, 81(4):1041-1044.
- [8] Kyoung Ju Kim, et al. Applied Materials and Interfaces, 2012, 4(4):2250-2258.
- [9] Zhang Qihong, et al. Composites Science and Technology, 2009, 69(5):594-601.
- [10] 曾乐勇,等. 功能材料与器件学报, 2008, 14(3):669-674.
Zeng Leyong, et al. Journal of Functional Materials and Devices, 2008, 14(3):669-674.
- [11] 曾乐勇,等. 功能材料与器件学报, 2008, 14(4):763-768.
Zeng Leyong, et al. Journal of Functional Materials and Devices, 2008, 14(4):763-768.
- [12] Qian Hui, et al. Chemistry Materials, 2008, 20(5):1862-1869.
- [13] Zhao Jianguo, et al. Carbon, 2008, 46(2):380-383.
- [14] Sharma S P, et al. Surface & Coatings Technology, 2010, 205(2):350-355.
- [15] Sharma S P, et al. Composites:Part A, 2011, 42(1):8-15.
- [16] 郝邦元,等. 材料导报, 2008, 22(2):64-65.
Hao Bangyuan, et al. Mater Review, 2008, 22(2):64-65.
- [17] Zhu Shen, et al. Diamond and Related Materials, 2003, 12(10-11):1825-1828.
- [18] Otsuka K, et al. Carbon, 2004, 42(4):727-736.
- [19] Cesano F, et al. Chemistry Materials, 2005, 17(20):5119-5123.
- [20] Sharma S P, et al. Surface & Coatings Technology, 2009, 203(10-11):1329-1335.
- [21] 宋强,等. 材料导报, 2010, 24(12):86-90.

- Song Qiang, et al. Mater Review, 2010, 24(12):86-90.
- [22] 王占峰. 碳纤维表面 CVD 法原位生长纳米碳纤维 / 碳管及其在复合材料中的应用 [D]. 中南大学, 2007:17-28.
- Wang Zhanfeng. Study on insitu growing carbon nanofibers / nanotubes on the carbon fibers by CVD and related application in C / C composites[D]. Central South University, 2007:17-28.
- [23] Gong Qiaojuan, et al.Composites Science and Technology, 2007, 67(14):2 986-2 989.
- [24] 李贺军, 等. 在碳布基底上生长碳纳米管的方法: 中国, 200610042933.2[P].2006-11-29.
- Li Hejun, et al. The method of Carbon nanotubes growing on carbon cloth:China, 200610042933.2[P].2006-11-29.
- [25] Zhao Zhigang, et al. Carbon, 2005, 43(3):663-665.
- [26] Sonoyama N, et al. Carbon, 2006, 44(9):1 754-1 761.
- [27] Mathur R B, et al. Composites Science and Technology, 2008, 68(7-8):1 608-1 615.
- [28] Sager R J, et al. Composites Science and Technology, 2009, 69(7-8):898-904.
- [29] Lv Peng, et al. Carbon, 2011, 49(14):4 665-4 673.
- [30] De Riccardis M F, et al. Carbon, 2006, 44(4):671-674.
- [31] 王升高, 等. 纳米碳管的制备 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008:66-68.
- Wang Shenggao, et al.Preparation of carbon nanotubes[M].Beijing:Chemical Industry Press, 2008:66-68.

2013 年 4 月份塑料市场点评

目前美国经济在房地产市场和就业数据复苏提振下, 呈现温和改善趋势, 不过近日因美联储可能会缩减经济刺激规模, 导致市场信心受重创, 风险偏好承压。欧元区方面, 多数业者对其经济前景持谨慎乐观的心态。尽管其经济增长依旧面临诸多负面困扰, 但德国经济表现强劲, 其 2 月 ZEW 经济景气指数升至 48.2, 远好于预期 35.0, 大幅提振了投资者的信心。国内方面, 中国 1 月 CPI 年率上升 2.0%, 同期 PPI 年率下降 1.6%, 均与市场预期一致。同时, 1 月进出口数据相当强劲, 表明经济正处于复苏阶段。表 1 列出 2013 年 4 月份塑料市场涨跌情况。

表 1 2013 年 4 月份塑料市场涨跌榜

产品	月初价格 / (元·t ⁻¹)	月末价格 / (元·t ⁻¹)	涨跌幅 / %	
通用塑料	薄膜级 PE-LD	10 950	10 800	-1.4
	拉丝级 PP	10 700	10 250	-4.2
	注塑级 PP	11 300	10 800	-4.4
	注塑级 PE-HD	11 650	11 650	0.0
	拉丝级 PE-HD	12 300	11 950	-2.8
	薄膜级 PE-LLD	10 750	10 300	-4.2
	电石法 5 型 PVC	6 300	6 330	+0.48
	ABS	14 700	14 350	-2.38
PS	13 100	13 300	+1.53	
工程塑料	PA66	23 900	23 400	-2.09
	PMMA CM205	17 200	17 100	-0.58
	PA6	19 500	19 400	-0.51
	PC1100	18 100	18 000	-0.55
	POM M90	9 700	9 750	+0.51
	PET	10 000	10 000	0.0

1 PVC

本月国内 PVC 市场经历第二周的小幅拉涨后, 第三周受宏观经济面欠佳拖累, 价格持续阴跌, 低端报价基本回到月初涨价前的局面。在经过前期持续低价销售后, 国内 PVC 市场库存缓解, 贸易商低价货源减少, 个别货源出现短暂供应紧张, 且 PVC 计划检修企业增多, 报价坚挺。在期货拉涨带动下, 进入本月第二周, PVC 市场报价触底回升, 普通 5 型电石料市场报价较月初上涨 30 ~ 80 元 / t 不等。然而受欧美及中国发布经济数据不及预期影响, 进入第三周市场便

遭遇黑色星期一, 大宗商品全线下挫, PVC 受连累重回跌势。但成本支撑, 跌幅有限。截止发稿, 普通 5 型电石料华东主流在 6 300 ~ 6 350 元 / t 自提; 华南主流在 6 400 ~ 6 440 元 / t 自提; 山东主流在 6 310 ~ 6 380 元 / t 送到; 河北主流在 6 260 ~ 6 300 元 / t 送到; 河南地区主流在 6 330 ~ 6 380 元 / t 送到。

2 聚烯烃

本月国内聚烯烃市场呈现震荡下行的趋势。其中线性产品和注塑级 PP 下滑幅度最大, 跌幅在 500 元 / t 左右; 低压产品在货源偏紧和石化调涨出厂价格双重支撑下价格表现坚挺, 尤其以低压拉丝和注塑级产品较为明显; 高压产品本月下跌 100 ~ 200 元 / t。自月初美元指数单边上涨后, 国际油价接连暴跌。本月中旬 IMF 报告中下调今年全球经济增长预期, 低迷的欧洲经济数据与不尽人意的美国国内公司业绩报告促使投机商抛售风险资产, 更是加剧了国际原油大幅走跌, 同时对于国内聚烯烃市场造成了重大打击。期货市场也是跳空走软, 市场信心不足。目前下游需求较上月改观不大, 延续走弱的行情加重终端的观望心态, 工厂实盘补仓意向不强, 商家出货压力犹存。

3 PA66

本月 PA66 市场继续下行姿态, 场内商谈气氛胶着, 成交步伐放缓。月初国内厂家价格大幅下调, 神马 EPR27 出厂报价跌 1 000 元 / t 至 23 500 元 / t, 华峰 EP158 跌 500 元 / t 至 23 000 元 / t。厂家下调报价使得业者心态进一步走软, 市场跟随下行, 华东市场商家报盘跌 350 元 / t 左右至 23 500 ~ 23 600 元 / t。下游接盘跟进不佳, 受制造业不景气拖累和买涨不买跌心理影响, 价格下行下, 市场走量不增反降。中间商出货压力加大, 本月中旬市场保持震荡整理局面, 厂商有意稳住市场, 但下游接盘意向价格一再降低。因成交难突破, 市场走向阴跌, 部分厂商报盘松动。市场参与者谨慎观望居多, 买盘偏弱及供应宽裕继续作用于市场, 各方信心难聚。截止目前, 华东市场神马 EPR27 商谈跌至 23 300 ~ 23 500 元 / t, 华峰 EP158 价格在 22 800 ~ 23 000 元 / t 展开, 实盘趋向低端。(卓创资讯)