

文章编号:1007-2780(2013)02-0155-07

手征性向列相液晶复合体系的研究

原小涛¹, 弓爱君¹, 杨 槐²

(1. 北京科技大学 化学与生物工程学院 化学系, 北京 100083, E-mail: yuanxt2000@yahoo. cn;

2. 北京大学 工学院, 北京 100871)

摘 要: 以(+)-2-甲基丁醇为不对称中心制备了单手性中心与双手性中心两个系列的液晶用手性掺杂物, 分别将其与 4-烷基联苯氰类向列相液晶混合。通过对单手性中心掺杂物/向列相液晶复合体系的研究, 发现了手性中心的旋转自由度对其螺旋扭曲力的影响规律; 进一步制备了双手性中心掺杂物, 并对双手性中心掺杂物/向列相液晶复合体系的螺旋扭曲力及其螺距的温度依赖性进行研究, 发现两个手性中心之间的链接方式对其螺旋扭曲力的温度依赖性有强烈的影响。

关 键 词: 手性掺杂物; 螺旋扭曲力; 螺距; 液晶

中图分类号: TN27

文献标识码: A

DOI: 10. 3788/YJYXS20132802. 0155

Helical Twisting Behavior of Chiral Nematic Mesophase

YUAN Xiao-tao¹, GONG Ai-jun¹, YANG Huai²

(1. School of Chemistry and Biological Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China, E-mail: yuanxt2000@yahoo. cn;

2. College of Engineering, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Chiral dopants based on optically active (+)-2-methylbutan-1-ol were prepared. Two kinds of induced chiral nematic liquid crystal (N*-LC) were achieved by mixing the chiral dopants in 4-n-alkyl-4'-cyanobiphenyl (CBS) host nematic liquid crystal. The helical pitches of the N*-LC were measured and the regularities of change were analyzed. The results showed that the steric hindrance in the chiral region contributed to the helical twisting power (β) of the N* phase. The substitution between the two chiral center had a strongly effect on β and the temperature dependence of the helical pitch (dp/dt).

Key words: chiral dopant; helical twisting power; helical pitch; liquid crystals

1 引 言

在向列相液晶中添加一定的手性化合物, 液晶分子会产生与胆甾相液晶螺旋状结构一样的分子排列, 我们称这类手性化合物/液晶复合体系为手征向列相液晶。与胆甾型液晶一样, 手征向列相液晶也具有平面织构、角锥织构等多种相态^[1], 因此手征向列相液晶的出现, 大大拓展了胆

甾相液晶的种类与性能^[2-3]。近年来, 手征向列相液晶应用和研发一直是人们关注的焦点, 其潜在的应用范围非常广泛, 对材料^[4-6]、电子^[7-8]、生物技术^[9-11]等领域有重要的影响, 在液晶领域中有“精明材料”之称。但是关于手征向列相液晶性能的基础研究, 例如螺距随温度的变化规律及其与手性分子结构之间的构效关系, 国外有一些研究报道^[12-15], 但多是一些氨基手性化合物。其中

收稿日期: 2012-11-14; 修订日期: 2012-12-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 51203011); 中央高校基本科研业务费专项资金(No. FRF-TP-12-032A)

作者简介: 原小涛(1976—), 男, 河南郑州人, 讲师, 主要研究方向为有机功能材料。

H. G. Kuball^[14] 对手性氨基蒽醌衍生物, Shkolnikova N I, Kutulya L A^[15] 对手性苯基乙基胺的亚芳基衍生物做过系统的研究, 但至今仍限于实验性的规律总结, 类似的文章国内还鲜有报道。

本文以(+)-2-甲基丁醇为手性不对称中心合成了一系列液晶用手性掺杂物, 并首次对其螺旋行为进行了系统的测试和分析, 对揭示手性掺杂物的结构与其诱导螺旋行为之间的关系有一定指导作用。特别的, 在研究单手性中心掺杂物的基础上, 合成了几类双手性中心掺杂物, 研究了分子结构对其在复合体系中传递手性能力的影响。

2 实 验

2.1 试剂及仪器

SHMADZU IR-435 型红外光谱仪(KBr 压片); Bruker DPX-400 型核磁共振仪(CDCl₃ 为溶剂, TMS 为内标); Perkin-Elmer DSC-6 型差示扫描量热仪, N₂ 气气氛, 升温速率 1 ℃/min, 冷却速率 1 ℃/min, 以吸热峰和放热峰的最大位置的温度为相变温度。

(+)-2-甲基丁醇, (+)-4-(2-甲基丁基)联苯, 4-羟基联苯氰, 4-羟基苯氰, 4-己基联苯甲酸, 4-己基环己基醇(石家庄昊天化工有限公司); 乙二醇, 1,6-己二醇, 对苯二酚, 2-氯对苯二酚, 二氯

甲烷, 乙醇, 乙酸乙酯, 无水硫酸镁, 氢氧化钠(北京化学试剂公司); N,N-二环己基碳二亚胺(DCC), 4-二甲氨基吡啶(DMAP)(北京益利化学试剂公司); 向列相液晶 4-正戊基联苯氰(5CB)和 4-正庚基联苯氰(7CB)(山东烟台德润液晶材料有限公司)。

表 1 给出了单手性中心的目标分子结构, 表 2 给出了双手性中心目标分子的结构。

表 1 单手性中心掺杂物的分子结构

编号	结 构 式
A1	
A2	
A3	
A4	
A5	
A6	

表 2 双手性中心掺杂物的分子结构

Table 2 Chemical structure of two chiral center dopants

编号	手性化合物的结构式
B1	
B2	
B3	
B4	
B5	

2.2 手性掺杂物的合成

2.2.1 单手性中心掺杂物的合成(A4 为例)

(1) 4-乙酰氧基苯甲酸

向装有机械搅拌及回流冷凝管的 250 mL 三口烧瓶中加入对羟基苯甲酸 4.5 g (0.25 mol), 乙酸酐 73 mL (0.75 mol), 搅拌并加热, 80 ℃ 时对羟基苯甲酸颗粒逐渐溶解, 得到浅黄色澄清液。缓慢滴加浓硫酸约 2.0 mL, 待放热结束后, 升温至 85~110 ℃, 以使体系保持澄清, 反应 0.5 h。将反应液趁热注入冰水混合物, 并充分搅拌, 析出白色固体小颗粒, 静置 0.5 h 使析出完全后, 抽滤, 水洗至近中性, 烘干, 得白色固体 40.3 g, 乙酸乙酯重结晶, 产率 90%。

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 2.14 (d, 2H, $\text{CH}_3\text{C}=\text{O}$), 6.92~6.94 (d, 2H, Ar—H), 8.04~8.06 (d, 2H, Ar—H)。IR (ν/cm^{-1}): 2 560~3 088, 1 680, 1 605, 1 508。

(2) 4-乙酰氧基苯甲酸-2'-甲基丁酯

向装有机械搅拌、回流冷凝管并附有尾气吸收装置的 250 mL 三口烧瓶中加入产物 19 g (0.05 mol), 氯化亚砷 20 mL, 甲苯 45 mL, 搅拌, 滴加 DMF 几滴, 升温, 得略黄色澄清液, 回流 4~5 h。减压蒸出溶剂甲苯及过量的 SOCl_2 , 得深黄色或浅棕色较澄清液体。

向上述液体 2 中加入 45~50 mL 甲苯, 搅拌, 于冰水混合物冷却下滴加 2.7 g (0.03 mol) 2-甲基醇与 8.3 mL 吡啶的混合液。滴加完毕后撤去冰水浴, 室温反应 24 h。过滤除去反应混合物中的固体(吡啶盐), 滤液依次用稀盐酸, 1.0 mol/L 氢氧化钠水溶液及水洗至中性, 无水硫酸镁干燥。减压蒸除溶剂, 得黄色黏稠液体 7.3 g, 产率 88%。

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.15~7.94 (4H, Ar—H), 4.42 (2H, $\text{O}-\text{CH}_2\text{C}^*$), 2.18 (3H, $\text{CH}_3\text{C}=\text{O}$), 2.08 (1H, C^*H), 1.27 (3H, C^*-CH_3), 0.88~1.48 (5H, alkyl—H); IR (ν/cm^{-1}): 2 953, 2 912, 2 884, 2 845, 1 686, 1 610, 1 515。

(3) 4-羟基苯甲酸-2'-甲基丁酯

将上述产物 3 溶于 250 mL 乙醇中, 搅拌, 冰水混合物冷却下滴加约 7.7 g (0.07 mol) 苯胺。滴加完毕得浅黄色澄清液, 撤去冰水浴, 室温反应 24 h。向反应混合物中加入 150 mL 甲苯, 依次用稀盐酸及水洗至中性, 无水硫酸镁干燥。减压蒸

除溶剂, 得黄色澄清粘稠液体 4.5 g, 产率 65%。

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.15~7.94 (4H, Ar—H), 4.42 (2H, $\text{O}-\text{CH}_2\text{C}^*$), 2.08 (1H, C^*H), 1.27 (3H, C^*-CH_3), 0.88~1.48 (5H, alkyl—H); IR (ν/cm^{-1}): 3 420, 2 965, 2 932, 2 832, 2 825, 1 690, 1 605, 1 545。

(4) 4-己氧基苯甲酸

向装有机械搅拌和回流冷凝管的 500 mL 三口烧瓶中注入由 5.6 g (0.1 mol) 氢氧化钾和 10 mL 水配成的溶液, 及 80 mL 乙醇, 搅拌下缓缓加入对羟基苯甲酸 6.9 g (0.05 mol), 得到浅粉色澄清液。向该澄清液中加入溴己烷 9.9 g (0.06 mol), 回流 22 h 后, 向该混合物中加入 20% 氢氧化钾水溶液约 20 mL, 继续回流 3~4 h。向热的体系中较缓慢地加入稀盐酸进行酸化, 静置, 自然冷却, 析出白色晶体。抽滤, 水洗至中性, 烘干, 得白色固体 6.7 g, 乙醇重结晶, 产率 78%。

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 0.90~1.84 (m, 11H, alkyl protons), 4.01~4.04 (d, 2H, $-\text{CH}_2-\text{O}$), 6.92~6.94 (d, 2H, Ar—H), 8.04~8.06 (d, 2H, Ar—H)。IR (ν/cm^{-1}): 2 556~3 079, 1 686, 1 610, 1 578, 1 251。

(5) A4 的制备

向装有机械搅拌、回流冷凝管及尾气回收装置的 250 mL 三口烧瓶中加入产物 4 (见图 1 中第 4 步产物) 12.3 g (0.06 mol), SOCl_2 20 mL, 甲苯 60 mL, DMF 几滴, 搅拌加热, 得澄清无色液, 回

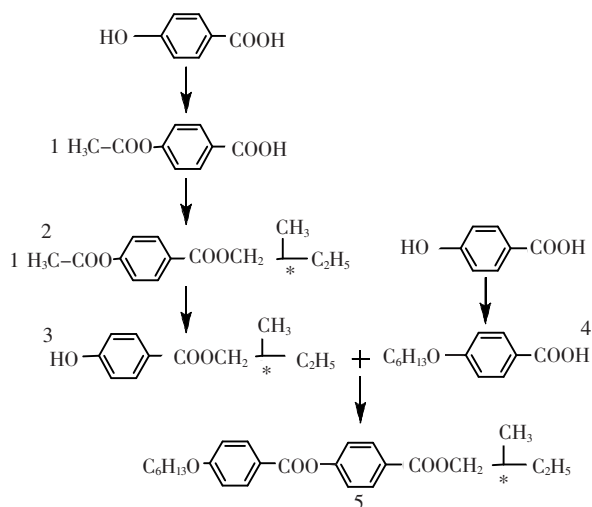


图1 单手性中心掺杂物 A4 的合成路线

Fig. 1 Synthetic route of single chiral center dopants (A4)

流 5 h 后,减压蒸除溶剂以及剩余的 SOC_{12} ,得黄色油状物。

向上述黄色油状物的酰氯液体中加入甲苯 45 mL,搅拌,冰水混合物冷却下滴加 9.2 g(0.04 mol)产物 3 及 9 mL 吡啶的混合物。滴加完毕撤去冰水浴,室温反应 24 h。滤去固体,滤液依次用稀盐酸,1.0 mol/L 氢氧化钠水溶液及水洗至中性,无水硫酸镁干燥。减压蒸除溶剂,得得黄色固体 16.5 g,经活性炭脱色(石油醚为溶剂),甲苯两次重结晶及硅胶柱进一步提纯(正己烷/乙酸乙酯作洗脱剂)后,产率 89%。

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 0.84~1.84 (m, 16H, alkyl protons), 1.27 (3H, C^*-CH_3), 2.08 (1H, C^*H), 4.01~4.04 (d, 2H,

$-\text{CH}_2-\text{O}$), 4.46 (2H, $\text{O}-\text{CH}_2\text{C}^*$), 6.92~6.94 (d, 4H, Ar—H), 8.04~8.06 (d, 4H, Ar—H)。IR (ν/cm^{-1}): 2 953, 2 912, 2 884, 2 845, 1 686, 1 610, 1 578, 1 251。

2.2.2 双手性中心掺杂物的合成(B4 为例)

(1) (+)-4-(2-甲基丁烷)-4-联苯甲酸的制备
双手性中心掺杂物 B₄ 的合成路线见图 2,首先将 30 mmol 的 (+)-4-(2-甲基丁烷)-联苯,30 mmol 的干燥 AlCl_3 和 30 mL CS_2 溶剂置于 250 mL 烧瓶中,于 15 ℃ 下将 4.0 g 草酰氯分批加入,反应 2 h 后倾入 100 mL 10% 的稀 NaOH 中,用 5% 的稀盐酸酸化处理后,分离出有机层,水洗后用 Na_2SO_4 干燥,用乙醇:乙酸=1:1重结晶后得白色针状晶体,产率 86%。

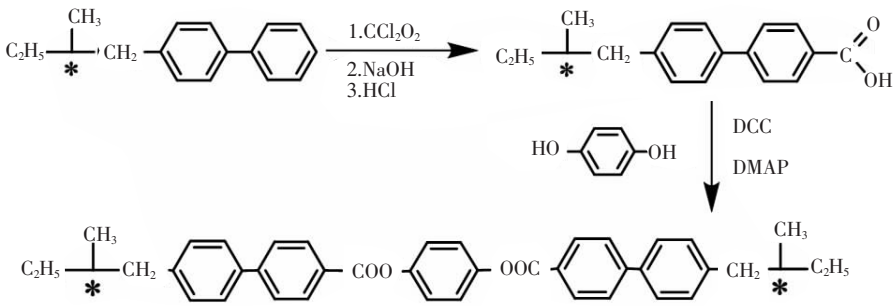


图 2 双手性中心掺杂物 B4 的合成路线
Fig. 2 Synthetic route of two chiral center dopants(B4)

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 10.7 (1H, COOH),7.25~8.14 (8H, Ar—H), 2.51 (2H, CH—Ar), 2.08 (1H, C^*H), 1.27 (3H, C^*-CH_3), 0.88~1.48 (5H, alkyl-H); IR (ν/cm^{-1}):2 560~3 088, 1 680, 1 605, 1 508。

(2) B4 的制备

将 20 mmol(+)-4-(2-甲基丁烷)-4'-联苯甲酸,10 mmol 对苯二酚,20 mmol DCC 和催化量的 DMAP 溶于 50 mol 二氯甲烷中,于室温下搅拌 24 h,过滤除去生成的白色沉淀,蒸除溶剂后,乙醇重结晶后,硅胶柱层析(硅胶柱层析淋洗剂,石油醚:乙酸乙酯=8:2)后得白色针状晶体,产率 83%。

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.12~8.24 (20H, Ar—H), 2.51 (4H, CH—Ar), 2.08 (2H, C^*H), 1.27 (6H, C^*-CH_3), 0.88~1.48 (10H, alkyl-H) IR (ν/cm^{-1}): 2 963, 2 912, 2 884, 2 845, 1 735, 1 613, 1 502。

3 实验原理

于 10 mL 盘尼西林瓶中称取摩尔分数为 1% 的手性化合物 A 或 B,按比例添加一定量的向列相液晶 CBS(结构如图 3),加入少许丙酮,温热搅拌,待丙酮蒸发尽,制的手征性向列相液晶分别为 SampleA 和 SampleB。

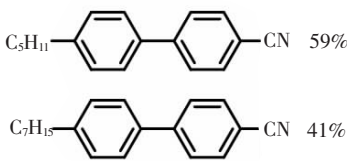


图 3 向列相液晶 CBS
Fig. 3 Chemical structure of nematic liquid crystal CBS

手征性向列相液晶的螺距(p)的测试用 Cano's wedge^[13]法,螺旋扭曲力 HTP 的计算通过公式

$$\text{HTP}=1/p_{\text{c}} \tag{1}$$

c 是手性化合物的摩尔浓度比率。

4 结果与分析

4.1 单手性中心掺杂物与向列相液晶混配制成的手征性向列相液晶的螺旋性能研究

温度在 298.2 K 时,将 5CB 与 7CB 按 59%:41%(mol:mol)的比例混合配制成向列相液晶混合物 CBS($\text{Cr}-2^{\circ}\text{C}/\text{N}38^{\circ}\text{C}$)。然后分别将手性化合物 A1~A6 以摩尔分数为 1% 的浓度与向列相液晶 CBS 混合得到一系列手征性向列相液晶 SampleA1- SampleA6,其组成与名称见表 3。

表 3 手征性向列相液晶 SampleA 的组成及其手性化合物在 298.2 K 下的螺旋扭曲力

Table 3 Composition and HTP of N^{*}-LCs sampleA at 298.2 K

向列相液晶	组成	螺旋扭曲力/ μm^{-1}
SampleA1	(A1/CBS)	6.2
SampleA2	(A2/CBS)	5.5
SampleA3	(A3/CBS)	1.3
SampleA4	(A4/CBS)	1.1
SampleA5	(A5/CBS)	4.1
SampleA6	(A6/CBS)	2.8

实验测得,A1 的螺旋扭曲力为 $6.2\ \mu\text{m}^{-1}$,A3 的螺旋扭曲力为 $1.3\ \mu\text{m}^{-1}$,A1 大概相当于 A3 的 5 倍。从手性分子 A1 与 A3 的结构比较,A1 分子结构的不对称碳原子 C^{*} 链接的亚甲基直接与苯环相连,A2 的 C^{*} 链接的亚甲基通过醚键与苯环相连。可能的原因是,醚键的旋转自由度更大一些,不利于手性掺杂分子与液晶分子的相互作用,从而大大减弱了掺杂分子向液晶分子传递手性的能力^[16-17]。A5 的螺旋扭曲力介于 A1 与 A3 之间。与 A1 分子结构不同,A5 分子中的 C^{*} 链接的亚甲基通过酯键与苯环相连,苯甲酸酯结构相比较联苯结构的刚性要小些,因此在 A5 分子中,不对称中心的旋转位阻较 A1 小,自由度较大,所以其传递手性的能力较 A1 弱些;与 A3 结构比较,酯键与苯环的共轭效应使得 A5 分子手性中心的旋转位阻要大得多,因此其螺旋扭曲力较 A3 大。

若 C^{*} 链接的亚甲基同为直接与苯环相连,如 A1、A2,二者螺旋扭曲力相当,A1 螺旋扭曲力

稍大的原因可能是 A1 的分子结构与液晶分子 CBS 的结构更为相似,使得其间相互作用更强一些,因此传递手性的能力也更强。A3 与 A4、A5 与 A6 之间螺旋扭曲力的比较结果进一步证实了该分析的合理性。

从表 3 可知,导致手性分子 A 系列的螺旋扭曲力不同的原因,主要在于手性不对称中心与苯环的结合方式上。不对称碳原子 C^{*} 链接的亚甲基直接与苯环相连的螺旋扭曲力>C^{*} 链接的亚甲基通过酯键与苯环相连的螺旋扭曲力>C^{*} 链接的亚甲基通过醚键与苯环相连的螺旋扭曲力。因此,手性分子 A 的 C^{*} 中心的位阻越大,自由度越小,越有利于获得大的螺旋扭曲力。

4.2 双手性中心掺杂物与向列相液晶混配制成的手征性向列相液晶的螺旋性能研究

在单手性中心 A 系列掺杂物的基础上,选取可能获得最大螺旋扭曲力的链接方式(A1、A2 方式,C^{*} 链接的亚甲基直接与苯环相连),设计了具有两个手性中心的手性掺杂物 B 系列。将手性化合物 B1~B5 以摩尔分数 1% 浓度与向列相液晶 CBS 混合得到 SampleB 手征性向列相液晶,其组成与名称见表 4。

表 4 手征性向列相液晶 SampleB 的组成及其手性化合物在 298.2 K 下的螺旋扭曲力

Table 4 Composition and HTP of N^{*}-LCs sampleB at 298.2 K

向列相液晶	组成	螺旋扭曲力/ μm^{-1}
SampleB1	(B1/CBS)	10.9
SampleB2	(B2/CBS)	9.45
SampleB3	(B3/CBS)	10.5
SampleB4	(B4/CBS)	9.62
SampleB5	(B5/CBS)	9.34

由表 4 可知,B1~B5 五种手性分子的螺旋扭曲力均小于 A1 和 A2 螺旋扭曲力的两倍。B1 分子的螺旋扭曲力最大,可能的原因是 B1 分子间以氢键的形式结合在一起,结合力较弱;其结构又与液晶分子也比较相似,液晶分子对其强烈的溶剂化作用使其氢键破坏,成为两个单手性中心的小分子,因此其螺旋扭曲力最接近 A1、A2 的二倍。B2 的螺旋扭曲力为 $9.45\ \mu\text{m}^{-1}$,较小。与 B2 手性分子相比较,B3 的螺旋扭曲力较大,原因可

能是随着分子中两个手性中心不对称 C 原子的距离增加,中心柔性链的增加增大了两个手性中心的自由度,使 B3 手性分子比较接近于两个独立的手性中心的作用效果。当柔性链被较刚性的苯环取代后(B4、B5),整个分子为线性结构,呈现出了超宽温的胆甾型液晶相(实验测得 B4:197~350 °C, B5:144~350 °C)。与 B4 比较, B5 螺旋扭曲力较小,可能是 B5 手性分子中心苯环上的 Cl 原子取代基,影响了其与液晶分子 CBS 的紧密接触,从而影响了其手性传递的效果。

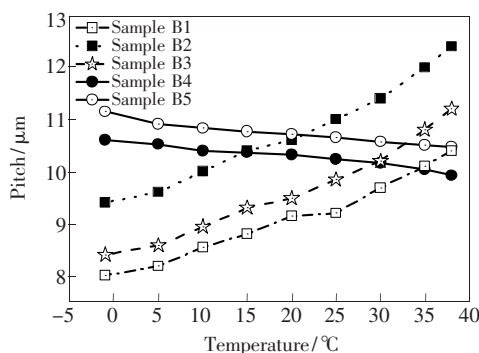


图 4 SampleB 螺距温度依赖性

Fig. 4 Temperature dependence of the pitch of SampleB

此外,从图 4 SampleB 螺距温度依赖性可知: SampleB1、SampleB2 和 SampleB3 复合体系的螺距随着温度升高而逐渐变大($dp/dt > 0$),并且同温度下, SampleB3 的螺距要小于 SampleB2 的螺距,进一步证明了,随着分子中两个手性中心不对称 C 原子的距离增加,中心柔性链的增加可以改变两个手性中心的自由度,使其更接近于两个独

立的手性中心的作用效果。当柔性链被较刚性的苯环取代后(B4、B5),螺旋扭曲力随温度变化的变化幅度减小,并且随着温度的变化,螺距逐渐减小($dp/dt < 0$)。该现象说明远离不对称 C* 原子的分子骨架的改变,不仅可以改变手性化合物/液晶复合体系螺距的温度依赖性,而且可以改变 dp/dt 的变化方向。从 B2、B3 和 B4、B5 的螺距温度依赖性曲线可知:低温时,两手性中心中间为柔性链接更容易获得大的螺旋扭曲力;高温时,两手性中心中间为刚性链接更容易获得大的螺旋扭曲力。可能是在不同温度下,两种分子与液晶分子的作用力变化有关。

5 结 论

(1) 以(+)-2-甲基丁醇为不对称中心制备了单手性中掺杂物 A,发现分子结构中不对称碳原子 C* 链接的亚甲基直接与苯环相连的螺旋扭曲力 $>$ C* 链接的亚甲基通过酯键与苯环相连的螺旋扭曲力 $>$ C* 链接的亚甲基通过醚键与苯环相连的螺旋扭曲力。手性分子 A 的 C* 中心的位阻越大,自由度越小,越有利于获得大的螺旋扭曲力。

(2) 在单手性中心 A 系列掺杂物的基础上制备了双手性中心掺杂物 B 系列,随着分子中两个手性中心不对称 C 原子的距离增加,中心柔性链的增加可以改变两个手性中心的自由度,使其更接近于两个独立的手性中心的作用效果。当两个手性中心的连接换成刚性的苯环时,其螺旋扭曲力的温度依赖性发生相反的改变,由 $dp/dt > 0$ 变为 $dp/dt < 0$ 。

参 考 文 献:

- [1] Yang D K, Huang X Y, Zhu Y M. Bistable cholesteric reflective display: materials and drive schemes [J]. *Annu. Rev. Mater. Sci.*, 1997, 27(1):117-146.
- [2] Yuan X T, Zhang L P, Yang H. Study of selectively reflecting characteristics of polymer stabilised chiral nematic liquid crystal films with a temperature-dependent pitch length [J]. *Liquid Crystals*, 2010, 37(4):445 - 451.
- [3] Yuan X T, Cao H, Yang Z, et al. A selective reflecting film with a temperature-dependent pitch length [J]. *Chin. Chem. Lett.*, 2010, 21(3):279-282.
- [4] Lee H J, Jin Z X, Aleshin A N, et al. Dispersion and current-voltage characteristics of helical polyacetylene single fibers [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 2004, 126 (51): 16722-16723.
- [5] Lee S W, Kim B, Lee D S, Lee H J, et al. Fabrication and mechanical properties of suspended one-dimensional polymer nanostructures: polypyrrole nanotube and helical polyacetylene nanofibre [J]. *Nanotechnology*, 2006, 17 (4):992-996.
- [6] Ofuji M, Takano Y, Houkawa Y, et al. Microscopic orientational order of polymer chains in helical polyacetylene

thin films studied by confocal laser Raman microscopy [J]. *J. Appl. Phys.*, 2006, 45 (1): 1710-1713.

[7] Langeveld-Voss B M W, Janssen R A J. Christiaans M P T, *et al.* Circular dichroism and circular polarization of photoluminescence of highly ordered poly(3,4-di[(S)-2methylbutoxy] thiophene [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 1996, 118 (20) : 4908-4909.

[8] Peeters E, Christiaans M P T, Janssen R A J, *et al.* Circularly polarized electroluminescence from a polymer light-emitting diode [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 1997, 119(41):9909-9910.

[9] Bross P A, Schoberl U, Daub J. Carbohydrate modified conducting polymers: syntheses and electrochemistry of sugar linked azulenes and polyazulenes [J]. *AdV. Mater.*, 1991, 3 (4) : 198-200.

[10] Li W, Wang H L. Oligomer-assisted synthesis of chiral polyaniline nanofibers [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 2004, 126 (8): 2278-2279.

[11] Iwaura R, Hoebe F J M, Masuda M, *et al.* Molecular-level helical stack of a nucleotide-appended oligo(p-phenylenevinylene) directed by supramolecular self-Assembly with a complementary oligonucleotide as a template [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 2006, 128(40):13298-13304.

[12] Van Delden R A, Feringa B L. Color indicators of molecular chirality based on doped liquid crystals[J]. *Angew. Chem.*, 2001, 40 (17): 3198-3200.

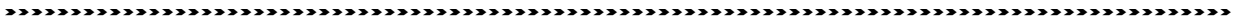
[13] Gray G W, Hird M, Lacey D, *et al.* The synthesis and rarsition temperatures of some 4,4''-dialkyl-and 4, 4''-alkoxyalkyl-1,1':4', 1''-terphenyls with 2,3-or 2', 3'-difluoro substituentsand of their biphenyl analogues[J]. *J. Chem. Soc. Perkin Transactions*, 1989, 2 (11):2041-2053.

[14] Kuball H G, Bruning H. Helical twisting power and circular dichroism as chirality observations: the intramolecular and intermolecular chirality transfer[J]. *Chirality*, 1997, 9(5):407-423.

[15] Shkolnikova N I, Kutulya L A, Pivnenko N S, *et al.* Relationship between the temperature dependence of the induced helical pitch and the anisometry of molecules of chiral dopants [J]. *Liq. Cryst.*, 2005, 50 (6) : 1084-1090.

[16] Gottarelli G, Samori B, Stremmenos C, *et al.* Induction of cholesteric mesophases in nematic liquid crystals by some chiral aryl alkyl carbinols a quantitative investigation [J]. *Tetrahedron*, 1981, 37 (2) : 395-399.

[17] Gottarelli G, Spada G. Induced cholesteric mesophases-origin and applications[J]. *Mol. Cryst. Liq Cryst.*, 1985, 123 (4): 377-388.



《液晶与显示》关于作者署名的通告

针对目前论文署名比较随便,论文作者要求增减合著者或改变排名顺序的情况时有发生,本刊编辑部特提请文章作者注意:论文署名是一件十分严肃的事情。在论文上署名的作者应为参与论文撰写或对论文所涉及的研究工作有贡献的人,所有署名作者均应对文章内容负责。凡合著的文章,投稿前应仔细斟酌,考虑周全,并征得所有合作者的同意,同时应写明联系人。署名及排序在投稿后确实需要改变时,应由联系人向编辑部出示有关合著者同意并签名(盖章)的函件。否则,编辑部有权拒绝其要求。

《液晶与显示》编辑部