

功能高分子材料的研究现状及发展前景

崔学严 (西南石油大学, 四川 成都 610500)

摘要: 功能高分子材料是近来发展起来的一种新型高分子化合物, 是具备特定功能的高分子材料。本文将重点介绍功能高分子材料的发展现状, 并介绍其未来的发展趋势。

关键词: 功能高分子材料; 化学功能; 光电功能; 生物医用

功能高分子材料的来源主要有天然高分子材料以及合成高分子材料, 在现代工作和生活中得到广泛应用。它广泛应用于日常生活中, 棉花、植物纤维和天然橡胶等天然高分子材料, 合成树脂和聚酯等材料属于高分子合成材料, 已经被人们在生活生产中作为不可或缺的材料。由于它们的携带更加方便, 因此在现代生产和生活中应用更加广泛。功能性高分子材料作为一种非常重要的材料, 可以极大地促进中国经济乃至世界经济的良好发展。

1 功能高分子材料的性能和种类

1.1 功能高分子材料的性能

功能高分子材料的性能主要有两种类型: ①普通高分子材料的一般性能; ②一些具有特殊功能的官能团的特殊性质。

1.2 功能高分子材料的种类

一般来说, 功能高分子材料可分为以下几类:

①吸附高分子材料; ②电功能高分子材料; ③光功能高分子材料; ④医用高分子化学材料。

功能高分子材料广泛应用于各个领域, 比如用于酸碱催化的离子交换树脂, 制备导电聚合物膜的电磁功能高分子材料, 具有对光吸收、储存和转化功能的光高分子材料制备的感光性树脂及光致变色材料等, 以及被用作人工器官、药物递送载体等生物医用功能高分子材料, 本文将着重上述几类不同功能的高分子材料的性能及应用。

2 功能高分子的应用与合成

2.1 功能高分子的应用

2.1.1 反应型功能高分子材料

反应型功能高分子材料通常含有高分子化学试剂和高分子催化剂, 通过把反应活性中心或催化活性中心接枝在大分子材料链上, 进而实现了小分子结构化学试剂以及催化剂的高分子化。反应类型的高分子材料所需要达到的特性主要有: 高反应活性、高选择性和高附加值, 一般用于化学合成。

高分子试剂和催化剂除了具有了小分子结构的

化学反应和催化剂特性外, 还具有低孔隙率、高温选择性和物理化学稳定性的独特功能, 因此大大扩展了化学试剂和催化剂的使用范围。固相合成试剂是在高分子试剂领域中普遍应用的一类试剂, 它主要用来制备多肽类物质、核苷酸、低聚糖等生物活性高分子。固相合成法是使用连接于高分子载体上的活性官能团和小分子结构试剂连续进行多步骤化学反应获得最终产品, 然后采用水解方式来去除载体的制备方式。Li 等采用两步固相/溶液法制备了海绵环肽 (phakellistatin15), 此化学反应以线形八肽为原材料, 采用 - 溴三苯甲基氯树脂材料为固相载体, 采用醋酸/三氟甲醇/二溴甲烷裂解树脂材料为保护试剂, 最后采用溶剂法实现了线形八肽的环化。phakellistatin15 是一类纯天然的含有脯氨酸的多环八肽, 具有良好的抗菌活性、抗病毒性、蛋白酶抑制性以及抗肿瘤活性等, 在生物医药领域中有着很大的使用价值, 但是由于 phakellistatin15 很难在大自然中获得且产量也很少, 所以必须利用化学反应才能制成。

酶是一类大分子生物催化剂, 能够提高生物能量和化学反应速度。它有着很大的催化效果和选择性, 因此能够在较缓和的反应条件下应用, 可应用于多种, 但是由于它的物理化学稳定能力较弱, 易于通过变性去激活。而根据这种特点, 酶通常都会在不改变酶活力的条件很快就被稳定化。Cirillo 等以聚(乙二醇)二甲基丙烯酸酯为热交联剂, 以 N- 异丙基丙烯酰胺为建筑单体, 配制了一种热感温水凝胶材料。通过将自由基聚合物与胃蛋白酶的共价结合并固化到水凝胶上, 制备了具有蛋白酶活性的室温敏感水凝胶。利用调节温度控制还可以实现调控胃蛋白酶的活力, 当室温超过水凝胶的临界溶体工作温度 (45℃) 时, 水凝胶并不会体现出催化活力, 当室温下降至室内温度以下时, 水凝胶才会恢复正常其蛋白酶活性。除此以外, 热稳定性试验也证明, 在高热水凝胶中仍会保持着酶的催化活

性,而高热并没有使酶完全失去活力。这样,就可以利用变化温度来进行酶催化作用。Feng 等人利用碳二亚胺偶联技术完成了脂肪酶与多孔碳纳米管(MWCNT)的共价融合。固定化脂肪酶有更小的温度依赖性和更多的分解速度。结果表明,固定型脂肪酶的二级分子结构出现了改变,致使酶活力下降,而它若溶于有机溶剂中,催化活性也会明显提高。

2.1.2 电磁功能高分子材料

导电大分子功能材料,按组成可划分结构型导电高分子和复合型导电高分子二类。通常结构型导电高分子自己具有导电性,这一类高分子结构材料能够经过掺入,提高它的导电性。然而复合型导电高分子功能材料则必须通过加入碳灰、金属粉末、箔等来达到导电性功能。复合型导电高分子材料设计简便,应用性较强。一般广泛应用在发光二极管、电致发光材质和电磁屏蔽器件等应用领域。

Aydin 等人设计了一个监测人血清和唾液中白细胞介素的生物感应器。生产了均匀的导电复合浆材,并将其涂抹于ITO电极表面。将白细胞介素抗体和行星型高分子的环氧基之间通过共价键相连,可以生产出这种带有特殊电化学特性的生物传感器。导电复合物使得生物传感器的灵敏度明显提高,同时减少了对白细胞介素的检出上限。此外,该类生物传感器的生产流程大大简化,可以与ELISA试剂盒兼容。

由于RGO是一个高电子活力物料,给SAlg/Gel/HA/RGO聚合膜带来了导电性能。虽然RGO的加入大大增强了聚合膜的导电性能,但是由于RGO数量的增多,聚合膜导电性能逐渐减少,RGO分子更容易产生团聚行为。研究人员指出,目前最佳的RGO用量的总体积百分比是10%。另外,SAlg/Gel/HA/RGO聚合膜比纯聚合膜拥有更佳的热动力学性能。而RGO的增加也增强了聚合物膜的弹性模量、拉伸速度和断裂拉伸性。实验结果表明,SAlg/Gel/HA/RGO高分子薄膜也具备了优异的通透性和释药稳定性,从而可以较好地释放布洛芬等抗炎药物,进而改善了SAlg/Gel/HA/RGO薄膜的创伤愈合作用,正是基于此,SAlg/Gel/HA/RGO薄膜在创伤敷料领域中有着良好的使用前景。

2.1.3 光功能高分子材料

这类高分子材料主要包括感光性树脂、光致变色材料、光降解材料及光导纤维等。余尚先等利用哌嗪与AFG-90反应得到改性四环氧化合物,然后

再与甲基丙烯酸进行加成酯化反应,从而得到分子中含二类三级胺结构的感光齐聚物,该物质作为夺氢增感剂的光促进剂可提高引发效率,提高感光度,并且能有效地降低氧对自由基引聚过程的阻抑作用,实行空气中曝光作业。快速响应光致变色分子是在光照射下发生可逆的异构化反应来实现颜色改变的一类分子,此类材料在光开关、防伪和超分辨率荧光显微术等领域具有重要的潜在应用,张夏宇等将乙酯基引入三芳基光致变色单元,使用溶液成膜法将化合物EF-TrPEF2掺杂到的PMMA中制成薄膜。这种光致变色材料具有优异的光致变色性能表现出良好的重复性和防伪性,为研究光存储介质和数据加密应用中的新型智能材料提供了一种新策略。

2.1.4 生物医用高分子材料

生物医用高分子材料是一种用于生理系统疾病的诊断和治疗,修复或替换生物体组织器官的高分子材料,被广泛应用于人工器官、药物释放、生物组织工程等领域。Pun等提出将溶膜肽修饰在基因传递系统从而提高细胞的感染率,通过RAFT聚合方法设计了一种嵌段共聚物,使含蜂毒肽的嵌段共聚物能够有效地将目标基因传递到大脑细胞中,进行基因修补或者基因改造。

2.2 功能高分子的合成

功能高分子材料品种繁多,许多科学家通过对聚合物合成方法进行改进、结构修饰以及分子设计合成了诸多新型功能高分子材料,应用于生活的各个方面,惠及百姓生活。

表1 部分功能高分子合成方法对比

合成方法	生产流程	优缺点
液相迭代合成法	合成循环中加入特定功能单体,偶联反应实现链增长,再通过膜分离提纯分离产物	反应实时监控,合成高分子纯度高,序列精准可控
固相合成法	连接在高分子载体上的活性官能团与小分子试剂进行连续多步反应	操作繁琐,需多次分离提纯,产率不高
熔融共混法	嵌段共聚物和纳米纤维共混合成	提供热响应形状记忆性能,具有适当交联密度
两步固相/溶液法	线性八肽为原材料,溴三苯甲基氯树脂材料为固相载体,最后采用溶剂法实现线性八肽环化	增加合成效率,缩短反应时间

3 功能高分子材料的发展趋势

本世纪是一个信息革命的世纪,也是一个智能化的世纪,功能高分子材料领域的应用发展潜力仍然是极大可观的,近几年来,我国有关政策已经出

台实施了多项国家利好鼓励政策,目的均是进一步推动我省功能高分子材料产业进一步的加速发展,如《中国制造 2025》、《新材料产业发展指南》等。我国功能高分子材料研究起步较晚,但发展迅速,随着科技进步、国家扶持力度加大,目前我国功能高分子材料研究已处于全球先进水平,部分材料在产量、质量方面领先于全球,如新型弹性体、新型纤维等。

目前我国科学家对各种生物功能高分子材料领域内的新开发及研究的技术领域正在加速地朝着功能聚合物材料绿色化、智能化、多功能化方面发展研究和生物材料高性能化等研究新方向在迅速向前发展。

3.1 绿色化

高分子材料由于其有机分子化合物本身的固有结构特性,很难在短期内通过其自然反应方式完全降解,造成白色污染趋于日益严重,这也无疑也都已从严重层面上制约影响着我们未来它所应用行业的发展。功能高分子材料的绿色环保及绿色化处理将可使到使其化合物最终也能可以直接地被降解,从整个自然界体系中被降解或者完全可以直接通过生物以及其他环保安全的方式去实现其降解,有助于进一步推动国际社会绿色与和谐发展、绿水青山就是金山银山。

3.2 智能化

21 世纪既是信息的世纪,也是智能的世纪,智能化已经逐渐地成为生物学研究新的技术热点,利用多种功能高分子材料进行存储、传递、处理各种信息资料的特殊功能,是新功能高分子材料应用研究探索的两个重要前沿方向,一旦能够取得新突破,将能带来生物高分子智能材料领域应用和生物人工智能领域新的科技飞跃式跨越发展。

3.3 多功能化

功能高分子材料进一步实现其更多方向上的广泛应用,这实际上正是进行多功能化开发的主要目的,同时它也必将有利于和拓宽其他功能高分子材料今后的新发展与空间。随着日新月异的技术发展,兼有数种独特功能用途的功能高分子材料一定都会逐渐被科学家研发设计出来。

3.4 高性能化

功能高分子材料所关键研究的基本功能特性之一就体现在于理化性质,增强和研究它是目前功能高分子材料的重要研究方向领域之一。例如通过对功能性高分子就其磁性能方面进行一系列如具有

耐腐蚀、耐高温、抗老化的能力等多种功能方面特性的应用理论与研究,在对当今发展航空航天、电子工业、汽车交通、家电以及机械电子等众多相关产业领域均将是具有十分特别且重要深远的学术意义。

4 结语

功能高分子材料前景深远广阔。随着当前信息社会信息技术平台的综合应用与不断深化地创新发展,功能高分子材料地研究必将不断的向前的进步,应用和技术领域范围也就将随之从一般功能材料领域内迅速的拓展与扩大延伸到涉及生物化工、电子、航天、交通、医学、信息和传输介质等其他许多新领域。功能高分子材料以它优异且稳定连续的优异化学性能将会可持续发展带来了工业的各个产业细分领域中巨大潜力的大规模生产的技术水平与进步,甚至是能够真正实现工业产量质数的革命性飞跃。

在未来工业材料生产中各子领域行业中将会产生着巨大和直接潜在的巨大技术经济效益价值和资源环境社会效益,推动新产品面市。功能高分子科学领域今后的更大发展机遇已注定是有一个长期必然规划要求实施的,应首先主动的顺应市场发展大形势,认识到高分子科技创新发展具有自身内在的一些重要科学必然性,适应了市场发展客观环境变化和需求,在此的基础前提上要科学系统地做好该科学领域今后的各项长期规划,促进我国功能高分子材料领域的发展。

参考文献:

- [1] 韩超越, 候冰娜, 郑泽邻, 等. 功能高分子材料的研究进展 [J]. 材料工程, 2021, 49(6): 55-65.
- [2] 余尚先, 王晶, 顾江楠. 咪嗪改性 AFG-90 环氧甲基丙烯酸感光性树脂的合成和感光性 [J]. 感光材料, 1986(02): 38-41.
- [3] 张夏宇, 魏珊珊, 等. 新型三芳基乙烯光致变色材料的设计合成及其在光擦写薄膜中的应用 [J]. 材料导报, 2022, 36(06): 177-181.
- [4] 郝丽娜, 李莹莹, 李俊. 功能高分子材料的性能及应用 [J]. 化工设计通讯, 2021(5): 67-68.
- [5] 郝丽娜, 李莹莹. 功能高分子材料的应用及发展前景 [J]. 现代盐化工, 2021(6): 16-17.

作者简介:

崔学严 (2000-), 女, 汉族, 本科, 研究方向: 应用化学。