

精细化工中高性能功能高分子材料的设计与合成

佟 飞

(抚顺职业技术学院(抚顺师专) 辽宁抚顺 113122)

摘 要: 随着经济的发展和人们对生活质量要求的不断提高,精细化工领域对高分子材料的功能化、结构化、多元化以及高性能化要求越来越高,然而,目前市场上具有广泛应用价值的高分子材料品种少且同质化严重,难以满足精细化工领域日益增长的需求。因此,如何从结构和性能两方面提升精细化工领域对高分子材料的要求显得尤为重要,这不仅可以增强材料的实用性和竞争力,而且还能推动整个精细化工领域向更高层次发展。

关键词: 精细化工、高性能、高分子材料、设计与合成

一、可聚合的刚性刚性聚合物

刚性聚合物是指分子主链中含有较多的刚性基团,且不含支链的聚合物,刚性聚合物由于其分子链段之间的刚性结构可以抑制其分子内及分子间的化学反应,因此,刚性聚合物具有极高的化学稳定性。刚性聚合物最大的优点在于其化学性质稳定,其在一定条件下能够保持原有的性质,这一点非常符合精细化工领域中对高分子材料要求稳定、性能优异等方面的要求。随着精细化工领域对材料性能要求越来越高,越来越多具有高力学性能的高分子材料被开发出来,如芳纶纤维、碳纤维以及碳纳米管等。此外,刚性聚合物还具有自修复功能,可以通过热修复和光修复等方法将其修复至未受损状态。

1.1 芳纶纤维

芳纶纤维是一种新型高性能纤维,其具有高强度、高模量、耐高温、耐腐蚀以及低密度等优异性能,被广泛应用于国防领域和航空航天领域,在军事工业、航空航天工业、汽车工业等领域有着重要作用。芳纶纤维主要由间位芳纶和对位芳纶组成,其中间位芳纶具有较高的力学性能和良好的电绝缘性,且具有耐高温以及耐腐蚀等性能;对位芳纶具有良好的热稳定性以及耐腐蚀性,但其在空气中易发生氧化反应。除此之外,芳纶纤维还可以通过共聚和接枝等方法进行改性,制备出具有不同结构和性能的纤维,从而满足不同领域对材料性能的需求。

1.2 碳纤维

碳纤维是一种高强度、高模量的无机高分子材料,其具有质量轻、高强度等特点。碳纤维在航空航天领域、能源、交通运输等方面的应用都非常广泛。碳纤维材料性能优异,目前已经发展到第三代碳纤维,其应用于军事领域也已取得了很大的进展。虽然目前我国的碳纤维还存在一些不足,但随着技术的进步和研发人员不断探索,我国碳纤维的性能必将越来越高,其应用范围也会越来越广泛。由于碳纤维材料是由碳原子构成,所以其可以通过引入功能基团如官能团等,来对其进行改性以满足不同领域的需求。通过对其结构的改造,可以实现更高性能的材料制作。

二、反应型高分子材料

反应型高分子材料是指具有特定化学反应的高分子材料,其反应类型包括聚合反应、缩聚反应、开环聚合以及缩聚缩合等。目前,反应型高分子材料在精细化工领域的应用较为广泛,如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯以及聚苯乙烯等。其中,聚氯乙烯和聚丙烯是化工领域常用的反应型高分子材料,但是这两种材料存在一些不足之处,例如:加工性能差、机械强度低、耐热性差以及耐候性差等。因此,要想使这两种材料在精细化工领域得到广泛应用,就必须对其进行改进。首先,可以对传统的聚氯乙烯进行改性;其次,可以将新型的聚氯乙烯引入到聚丙烯中;最后,将新型的聚苯乙烯引入到聚氯乙烯中,从而有效提高其性能。

2.1 聚氯乙烯

聚氯乙烯是一种非常常见的反应型高分子材料,其具有良好的机械强度和良好的电绝缘性。但是,聚氯乙烯也存在一些缺点,例如:加工性能差、耐热性差以及耐候性差等。针对这些缺点,可以将新型的聚氯乙烯引入到聚氯乙烯中。由于新型的聚氯乙烯分子中含有双键,因此其具有较强的韧性和强度。目前,我国的许多企业已经在对聚氯乙烯进行改性,如将异丙醇钠作为交联剂、将甲基丙烯酸甲酯作为增塑剂以及将 γ -甲基丙烯酰氧乙基三甲基氯化铵作为交联剂等。采用上述方法对聚氯乙烯进行改性后,其性能得到了很大程度上的提高。

2.2 聚苯乙烯

聚苯乙烯是一种重要的合成橡胶,具有良好的耐油性、耐磨性以及机械性能。因此,为了提高聚苯乙烯的性能,可以对其进行改性,例如:通过对聚苯乙烯进行化学改性,从而有效改善聚苯乙烯的性能。在化学改性过程中,可以采用氧化还原体系、过氧化物体系以及催化剂体系等。例如:通过引入金属盐或者金属氧化物等,能够有效提高聚苯乙烯的耐热性。

三、有机无机杂化材料

有机无机杂化材料是将有机分子(或聚合物)与无机颗粒(或填料)通过共价键连接起来的一类材料。目前,有机无机杂化材料在精细化工领域已经得到了广泛应用,如导电聚合物、导电高分子、超级电容器用聚合物、阻燃高分子等。与传统的纯聚合物相比,有机无机杂化材料不仅具有良好的柔韧性、抗撕裂性,而且还具有高强度、高导热性、耐腐蚀和耐疲劳等特点。目前,有机无机杂化材料在精细化工领域的应用主要集中在导电聚合物和导电高分子方面。对于导电聚合物,主要通过对其进行掺杂改性来提高其导电性;对于导电高分子,主要是将高分子材料与导电填料进行复合,以实现高效的电荷传输。例如,利用有机-无机纳米杂化材料来制备超级电容器,不仅可以提高电极材料的稳定性和使用寿命,而且还可以有效解决传统超级电容器容量小的缺点。

3.1 导电聚合物

导电聚合物是指分子链中含有两个或两个以上导电基团,并以共价键相连的聚合物。目前,已经成功合成了许多种类的导电聚合物,如聚吡咯(PPy)、聚吡咯(PPh3)、聚苯胺(PANI)、聚噻吩(PT)等。与传统的纯聚合物相比,导电聚合物具有高电导率、良好的机械性能和热稳定性,同时还具有较好的化学稳定性和环境友好性。在导电聚合物领域,研究人员已经成功合成了多种结构多样的导电聚合物。但是,目前大多数导电聚合物大多以单体形式存在,这就导致其难以规模化生产。因此,利用有机-无机杂化材料来制备高电导率的导电聚合物已经成为一种非常有潜力的研究方向。

3.2 导电高分子

导电高分子是将高分子材料与导电填料通过共价键连接而成的

一类新型有机无机杂化材料,在电子、信息和能源等领域具有广泛应用前景。目前,导电高分子主要分为两类:一类是在高分子链中引入导电填料的导电聚合物,另一类是将导电填料与高分子链共价结合的导电高分子。就其导电机理而言,目前主要有两种理论:其一,通过金属离子在链中的电子传输来实现导电性;其二,通过无机材料的掺杂改性来实现导电性。

3.3 超级电容器

超级电容器是一种新型储能器件,它具有比能量密度高、使用寿命长、安全性好等优点,因此,对于下一代储能器件的研发具有重要意义。传统超级电容器主要通过金属氧化物作为电极材料,然而,随着其制备成本和使用寿命的提高,这些电极材料已经不能满足实际应用的需要。因此,将有机无机纳米杂化材料引入超级电容器中可以有效提高其电化学性能。

四、特殊结构的聚合物

目前,能够实现精细化工领域高分子材料结构化的方法有很多种,其中包括通过化学聚合方式实现高分子结构的多元化,比如通过阴离子聚合、阳离子聚合以及自由基聚合等方式来合成高分子材料;还有通过分子设计合成特殊结构的聚合物,比如通过刚性单体或者刚性聚合物的嵌段进行设计合成具有特殊结构的聚合物。

高分子材料的种类很多,而目前在精细化工领域最受关注的就是热塑性聚合物材料。随着科学技术的发展,人们对高分子材料的结构和性能也提出了更高的要求,不仅要求材料具有良好的耐热性、耐候性和耐腐蚀性等,还要求材料具有良好的加工性、可塑性、透明性以及光稳定性等。这些性能都对高分子材料提出了新的挑战。

4.1 高性能热塑性弹性体

热塑性弹性体是指由连续或非连续的单体通过自由基聚合或无规共聚,使其同时具有橡胶和热塑性塑料的特性,从而得到的一类具有橡胶和塑料共同特点的高分子材料。在过去的几十年中,由于环保需求,以及人们对环境保护的重视,人们对于热塑性弹性体材料的要求越来越高。目前,具有高强度、高模量、耐低温和耐老化性能的热塑性弹性体材料受到了广泛关注。在热塑性弹性体材料中,热塑性橡胶主要包括丁苯橡胶、顺丁橡胶和异戊橡胶等。与传统橡胶材料相比,热塑性塑料具有耐疲劳、耐老化等优点,而且在使用过程中不会出现老化问题,因此可以在很多领域得到广泛应用。除此之外,在化工领域中,热塑性弹性体材料也得到了广泛应用。

4.2 抗菌防霉剂

随着人们对生活品质的追求,抗菌防霉剂的需求也越来越高,特别是在医疗卫生、食品加工等领域。由于医疗卫生领域中细菌病毒等微生物的存在,会给人们的健康带来很多不利影响。比如细菌感染会导致人患上败血症、肺炎等疾病,严重时还会危及人的生命。而在食品加工领域中,各种微生物的存在也会给食品带来很多不利影响,比如霉菌感染会导致食物变质、腐败等。为了减少细菌对食品造成的不良影响,人们一直在不断研发和生产抗菌防霉剂,比如合成抗菌剂、合成防腐剂和有机抗菌剂等。而随着科学技术的发展和人们对高分子材料要求的提高,抗菌防霉剂也成为了一种新的需求。在这一方面,我国已经取得了一定的研究成果,比如利用天然产物提取物合成了一种新型的抗菌剂。这种抗菌剂不仅可以有效抑制细菌生长、还可以防止真菌感染。

五、功能性高分子材料

近年来,随着科学技术的进步,高分子材料的应用范围得到了进一步的拓展,并在诸多领域发挥着越来越重要的作用。因此,开发具有特定功能的高分子材料对于解决社会问题、提高人们生活质量具有重要意义。功能性高分子材料是指具有特定功能或在特定应用领域具有特殊性质的高分子材料,可以分为生物医用高分子材料、信息功能高分子材料和能源环境用高分子材料等。目前,功能性高分子材料已成为精细化工领域不可或缺的重要组成部分。虽然我国

目前还没有专门用于功能性高分子材料制备的工业化生产线,但我国相关科研工作者通过对各种功能性高分子材料的研究,实现了部分功能化产品的规模化生产,并在部分领域实现了国产化替代。

5.1 生物医用高分子材料

生物医用高分子材料是指能用于疾病治疗和康复的高分子材料,主要包括医用弹性体、医用塑料、医用纤维等。在药物运输载体领域,目前使用最多的是聚氨酯微球,但其存在易被血液降解、毒性强等缺点,限制了其进一步发展。近年来,随着对聚氨酯微球结构设计的不断改进,聚氨酯微球在生物医学领域得到了广泛应用,如可以用于植入体内的人工骨和人工软骨材料、用于预防糖尿病足的生物医用高分子材料等。在医学诊断试剂领域,研究人员开发出了用于检测细菌感染、病毒感染和炎症反应等的多种高分子材料。其中,基于表面活性剂的生物相容性高分子材料具有良好的生物相容性和优异的组织相容性,可用于制备骨组织工程支架和皮肤组织工程支架等。

5.2 信息功能高分子材料

随着科学技术的发展,人们对信息功能材料的需求也在不断增加,在现代工业、现代医疗、现代军事等领域,信息功能高分子材料发挥着越来越重要的作用。信息功能高分子材料是指具有特定功能或在特定领域应用的高分子材料,其种类繁多、结构多样、性能各异,可以根据需要设计和合成。例如,随着技术的发展,以石墨烯为代表的新型二维纳米材料迅速崛起,成为了新一代信息功能高分子材料。近年来,随着对石墨烯研究的深入和新型二维纳米材料制备技术的发展,石墨烯作为一种新型二维纳米材料正逐步在智能可穿戴设备、智能电子、柔性显示等领域发挥越来越重要的作用。此外,还有基于聚酰亚胺等新型高分子材料制备的智能可穿戴设备等。

六、结论

高性能功能高分子材料在精细化工领域中具有广泛的应用,它们以其独特的功能性和优良的性能,为各个行业的发展提供了强大的支持。然而,尽管高性能功能高分子材料的研究取得了显著的进展,但仍存在一些挑战和问题需要解决。在未来,我们需要继续努力,设计出具有更优良性能的高性能功能高分子材料,提高高性能功能高分子材料的生产效率,降低高性能功能高分子材料的环境影响,开发新型高性能功能高分子材料等。同时,我们也需要加强国际合作与交流,共享高性能功能高分子材料的研究成果,推动全球高性能功能高分子材料的发展。

总的来说,高性能功能高分子材料的设计与合成是一个复杂且富有挑战性的过程,它需要对高分子化学、物理化学、材料科学等多个领域的知识有深入的理解。通过对这些知识的掌握和运用,我们可以设计出具有特定功能的高性能功能高分子材料,满足各个行业的需求。这是一个长期且充满挑战的过程,但只有这样,我们才能真正实现高性能功能高分子材料的广泛应用,推动社会的进步。

参考文献:

- [1]高天一. 基于聚维酮碘的抗菌高分子材料的设计合成与性能研究[D].内蒙古大学,2018.
- [2]王艺霖. p-n 结构共轭高分子材料设计合成及超级电容器应用[D].北京大学,2019.
- [3]刘情情,张逸寒,高灿等. 基于苯乙烯和苯并噻二唑共聚场效应发光高分子材料的设计合成及性能研究[J]. 化学学报,2020,78(09):945-953.
- [4]谢倜倜. 圆偏振发光超分子及高分子材料的设计、合成及性质研究[D].天津大学,2021.
- [5]刘文静. 基于氮丙啶类化合物聚酯酰胺的设计与合成[D].大连理工大学,2021.