**生物医用高分子材料**

随着医疗方面的发展以及各领域对医用材料的各项需求，生物医用高分子材料越来越备受关注，成为人类生活中不可或缺的一部分。本文就此展开一系列讨论，并综述了功能高分子、修复性医用高分子、高分子药物、导电高分子材料等方面。

——摘要

**生物医用高分子材料的范畴及基本要求**

生物医用材料是指以医疗为目的、用于与组织接触以形成功能的无生命的材料。被广泛地用来取代和／或恢复那些受创伤或退化的组织或器官的功能，从而提高病人的生活质量。

生物医用材料必须满足以下的基本要求。

①与组织短期接触无急性毒性、无致敏作用、无致炎作用、无致癌作用和其他不良反应。

②具有良好的耐腐蚀性能以及相应的生物力学性能和良好的加工性能。

③对于体内使用的医用材料，除了必须满足以上的基本要求外，还必须具有良好的组织相容性、血液适应性和适宜的耐生物降解性。

适当的生物降解性可从两个方面来看，对于一些长期植入人体内的医用高分子材料要求具有很好的耐生物降解性，不致因发生生物降解而需定期更换；而有些高分子材料植入人体内后，只需在一定时期内发挥作用，在完成其功能后必须从体内去除，如外科手术的缝合线、医用胶黏剂和接骨材料等。

生物医用材料主要有金属材料、无机非金属材料(陶瓷材料)和有机高分子材料。

其中高分子材料在组成、性能和形状(固体形式、纤维形式、织物、膜和凝胶)上具有多变性，易于加工成复杂的形状和结构，并且易于与其他材料复合以克服单一材料的许多不足，因此聚合物材料在近年来发展迅猛，几乎遍布了生物医学的各个领域。

**功能高分子**

用于生物医用材料的高分子有许多种，如聚乙烯、聚氨酯、聚四氟乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、硅橡胶、聚砜、聚乳酸、聚羟基乙酸等。

**修复性医用高分子**

人体组织通常可分为软组织(如皮肤、血管、软骨、韧带等)和硬组织(如骨、牙等)两大类，相应地，高分子医用材料在组织修复上的应用也可分为软组织修复材料和硬组织修复材料。

(1)软组织修复材料 可应用于软组织修复的高分子材料是一些生物惰性的生物相容性高分子材料，常用的有聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚四氟乙烯、聚丙烯、聚氨酯和硅橡胶、异丁烯一苯乙烯嵌段共聚物等。

①填充材料 是指用来弥补一些容貌缺陷、萎缩或者发育不完全，使之符合审美要求的医用材料。常用的高分子材料有硅橡胶、聚乙烯和聚四氟乙烯。

②血管移植材料必须具有血液相容性，不仅材料与血液的表面相互作用，而且其力学性能与疲劳性能也必须与主体血管相近。

聚酯用于大直径(12～38mm)人造血管，聚四氟乙烯用于中等直径(6～12mm)人造血管。

③导液管是指用于插入人体深处输入液体(如养分、生理盐水、葡萄糖、药物、血液等)或通过血管插入心脏进行有关检查的导管。制造材料必须是血液相容、不凝血、不感染的材料。PU和SR由于具有良好的挠曲性和易于加工成不同的大小和长度，是应用广泛的导液管材料。

④伤口包扎材料超细涤纶、甲壳素纤维、黏胶纤维等。

⑤烧伤包敷材料一些生物降解性高分子，如骨胶、壳多糖、PLA等。

⑥高分子绷带材料 纱布浸渍聚氨酯预聚体制成。

⑦外科缝合线 聚乳酸及其共聚物。

⑧医用胶黏剂 口一氰基丙烯酸丁酯单体。

(2)硬组织修复材料

①骨固定材料理想的骨固定材料是一些生物降解性高分子复合材料，随着骨折的愈合，夹板材料也逐渐地被人体分解吸收，在骨折愈合后，不需要像金属材料或非再吸收性材料一样需要进行二次手术。

②人工骨人工骨可以置换病人体内无法愈合的伤骨，特别是关节。人工骨将长久地留在人体内代替骨的功能，对材料的力学性能要求很高，用于制备人工骨的主要是一些高分子复合材料，如陶瓷、超高相对分子质量聚乙烯。

③骨水泥人工骨等人造修补件与骨之间的连接常用骨水泥来固定。丙烯酸骨水泥使用最广泛，它是一种自聚合双组分黏结剂，其中固体粉末组分的主要成分为甲基丙烯酸甲酯类聚合物、引发剂(如BPO)，液体组分的主要成分为甲基丙烯酸甲酯单体、少量的引发促进剂(如N，N一二甲基甲苯胺，与BPO组成氧化还原引发体系)等组成。使用时将两组分混合均匀后，注入修补部位原位聚合固化，形成功能。

④牙科修复材料高分子材料可用于牙冠填充和制备假牙。丙烯酸酯树脂是较早使用的牙冠填充高分子材料，但其机械强度较差，使用寿命较短，因此现在多已被一些牙科复合树脂所取代。牙科复合树脂主要组分包括基体树脂、填料、降黏单体、引发剂和稳定剂。基体树脂主要有双酚A与甲基丙烯酸缩水甘油酯的反应产物或聚氨酯双甲基丙烯酸树脂；填料包括石英、钡玻璃和硅胶，常用的降黏单体是三甘醇双甲基丙烯酸酯，其作用是降低复合高分子化学教程树脂黏度，以使树脂能够完全填满牙洞；引发剂如BPO或如安息香烷基醚。

(3)组织工程材料 组织工程中的一个重要领域是以高分子材料作为支撑材料，在其上移植器官或组织的生长细胞，使之形成自然组织，用来修复、维持或提高组织功能的一种外科替代疗法。

组织工程支撑材料以多孔固体支撑材料应用最广泛。用于组织工程多孔固体支撑材料的高分子主要是一些线形脂肪族聚酯，包括聚羟基乙酸(PGA)、聚乳酸(PLA)、羟基乙酸和乳酸的共聚物。

**高分子药物**

高分子材料在药物中的应用主要有三个方面：高分子载体药物控制释放体系、小分子药物高分子化、高分子药物。

其中以高分子载体药物控制释放体系应用最为广泛。

(1)高分子载体缓释药物高分子载体缓释药物的药物释放机理有三种基本方式。

①通过可溶性高分子载体的缓慢溶解释放药物 所用的可溶性高分子载体通常是一些水溶性的高分子。由于高分子化合物的溶解是一个缓慢的过程，因此将药物与高分子载体混合均匀后制成片剂或微粒，利用高分子载体溶解慢的特性，使药物缓慢释放。

②通过高分子载体的生物降解释放药物 其药物的释放速率取决于载体的生物降解速率，与均聚物相比，共聚物或共混聚合物由于可通过改变体系的组成来调节降解速率，进而控制药物释放速率，因而更有优势。

③通过高分子微胶囊的半透性膜缓慢释放药物 在压力、温度、pH及酶的作用下通过高分子微胶囊的半透性膜缓慢释放。

(2)高分子靶向药物 简单的高分子靶向药物是将药物用高分子载体包裹，利用高分子载体在不同环境下溶解性的不同，使之选择性地在目标部位溶解释放药物。

例如，胃液是酸性的(pH 1～2)，肠液是微碱性的(pH 7～8)，若选用一些含羧基的水凝胶作为载体，在胃酸环境下，由于羧基之间的氢键作用，水凝胶的结构紧密，溶胀度小，其包裹的药物难以释放；而在肠的微碱性环境下，羧基被离子化，水凝胶溶胀度大，药物被释放，从而实现对肠的定向给药。

为改善载体药物的释放性能，可在其高分子载体中引入一些特定生物降解性的高分子。如用含淀粉的交联聚丙烯酸水凝胶作为载体，既具有酸性水凝胶的pH响应特性，其中的淀粉组分又可在肠道生成的口一淀粉酶的作用下发生酶促降解，从而促进药物的释放。

**导电高分子**

众所周知，人们认识材料的导电性能是从金属开始的，而常见的有机聚合物都是不导电的绝缘体，并成为绝缘材料的主要组成部分之一。但是自从1977年科学家们发现聚乙炔有明显的导电性以后，有机聚合物不能作为导电介质的这一观念被彻底改变了。更因为导电聚合物潜在的巨大应用价值，导电高分子材料研究引起了众多科学家的参与和关注，成为材料领域研究的热点之一。

所谓导电高分子，是由具有共轭丌键的高分子经化学或电化学“掺杂”使其由绝缘体转变为导体的一类高分子材料，兼具明显的聚合物特征和导电性质。通常导电高分子的结构是由有高分子链结构和与链非键合的一价阴离子或阳离子共同组成。即在导电高分子结构中，除了具有高分子链外，还含有由“掺杂”而引入的一价对阴离子(p-型掺杂)和对阳离子(n一型掺杂)。因此，导电高分子不仅具有由于掺杂而带来的金属(高电导率)和半导体(P一型和n一型)的特性，还具有高分子结构的可分子设计性、可加工性和密度小等特点。

广义上的导电高分子材料可分为两大类。

一类是由绝缘高分子与导电材料(如金属粉、炭黑等)共混而成的复合型导电高分子材料，该类导电高分子材料的导电性能主要由其中的导电填料所决定，其中的高分子主要提供可加工性能。

另一类是高分子本身的结构拥有可流动的载流子，即高分子本身具有导电性，其导电性能主要取决于高分子本身的结构，常称为“本征导电高分子”(intrinsically conducting poly—mar，ICP)或“合成金属”。

常见的高分子电致发光材料均为含有共轭结构的聚合物材料，已被广泛研究的高分子电致发光材料主要有以下几类：聚亚苯基乙烯类(PPVs)、聚乙炔类(PAs)、聚对苯类(PPPs)、聚噻吩类(PTs)、聚芴类(PFs)和其他高分子电致发光材料。

参考文献：李青山主编,高分子化学教程,化学工业出版社,2012.06,第124页

丁会利，袁金凤，钟国伦，王农跃编,高分子材料及应用,化学工业出版社,2012.08,第206页