

淀粉填充塑料研究的进展*

李铁骑 齐 昆

(广东工学院材料系, 广州, 510090)

提要 本文回顾了淀粉填充塑料的发展历史和国内外研究和开发现状, 讨论了其制备、加工、应用及降解性能。在分析结构-性能关系的基础上, 指出制备淀粉填充塑料的关键在于提高淀粉与基体树脂的相容性和控制淀粉分散相形态, 以及引入适当的光降解机理从而赋予材料可预测的使用寿命和彻底的降解特性。

关键词 淀粉填充塑料, 相容性, 分散程度, 光-生物降解, 可控降解性能

1 前言

自1973年 Griffin 首次获得有关表面改性淀粉填充塑料的专利^[1]以来, 以淀粉为填料制造可降解塑料已经得到一定的研究和应用。用淀粉这种天然高分子填充塑料的目的, 是充分利用可再生的自然资源^[2], 以及改善通用热塑性塑料的降解性能, 从而缓解废弃塑料制品对环境的威胁^[2~4]。由于淀粉廉价易得, 作为填料能促进填充塑料中基体的降解^[2,3], 加工和成型能利用已有的填充塑料加工技术和设备进行, 使用性能可以达到一般的应用要求, 所以, 在这今业已工业化的几类可降解塑料(表1)中, 淀粉填充塑料是很有竞争力、极具发展前景的一类。

作为可降解塑料, 淀粉填充塑料主要用于制造下列产品: (1) 各种农用薄膜, 如大田地膜和育种膜; (2) 一次性食品包装, 包括食品袋、饮料杯和快餐餐具等; (3) 其他一次性包装, 如购物方便袋。因此, 淀粉填充塑料不仅应具备较高的强度及适当的透气透光性和耐水耐油性, 而且必须具有良好的加工性能和降解性能。为确保淀粉填充塑料具有足够的强度, 淀粉必须良好地分散于基体中, 淀粉-基体间界面应有适当的相互作用; 为实现淀粉的分散并使填充塑料具备优良的加工特性, 则必须控制淀粉的聚集态结构; 为使填充塑料的降解性能适应前述应用要求, 还须控制基体树脂的降解特性。本文基

于结构与性能的关系, 对淀粉填充塑料的制备、性能和加工、应用作一简要讨论和评述。

2 增容

亲水性的淀粉与通用热塑性聚合物如聚烯烃、聚苯乙烯等相容性很差, 为使淀粉填料在基体中分散良好, 必须采取措施增容。增容方法包括使淀粉填料表面改性^[2~7]、使淀粉预先发生各种变性反应^[8~15]、使用热塑性单体接枝淀粉^[13,16~20]及引入增容树脂等^[21~26]。

2.1 淀粉表面改性

提高淀粉与通用热塑性塑料相容性的经典方法是用硅烷^[4]、异氰酸酯^[2,4,5]、柠檬酸^[6]等改性剂处理淀粉填料, ICI 生产的淀粉填充聚烯烃母料 Ecostar^[7]即采用了以硅烷等处理淀粉颗粒表面的方法^[2,3]。这种淀粉填充母料制备工艺, 称为 Griffin 工艺^[3], 已广泛用于淀粉填充塑料的制备。

淀粉是一种多糖, 显然颗粒间易由于羟基



李铁骑 广东工学院材料系讲师。天津人, 1966年6月生, 1991年毕业于成都科技大学高分子研究所并获硕士学位。研究方向: 聚合物结构与性能、生物合成结构高分子材料。

* 广东工学院青年科学基金资助。

表 1 已工业化的可降解塑料

名 称	组 成	商品名	制 造 厂 商
聚(3-羟基丁酸-co-3-羟基戊酸)	微生物合成的3-羟基丁酸和3-羟基戊酸共聚物	Biopol	ICI(英) ICI(日) Aldrich Chemicals(美)
淀粉填充聚乙烯	LDPE 和淀粉的混合物	Bioplast Ecostar	Coloroll(英) St. Lawrence Starch(加)
光降解共聚物			
1. 乙烯/一氧化碳共聚物		E/CO	Dow(美);Du Pont(美); United Carbide(美)
2. 乙烯基酮共聚物	乙烯、丙烯、苯乙烯与某种 乙烯基酮的共聚物	Ecolyte	Ecoplastics
光敏/光活化添加剂			
1. 铁(Ⅲ)盐	大致为三价铁的硬脂酸盐	Polygrade	Ampercet(美)
2. 抗氧-光敏系	硫羧酸铁(有时与其他含硫 络合物共用)(PE 母料)	Plastor Ecoten Greenplast Plastigone Cleanfields	Plastopil(以) Polydress(德) Amerplast(芬兰)* Enichem(意) Plastigone Technologies, Inc.(美) American Brizilian Co.(美)

* 注:1975年后停产。

的相互作用而发生附聚,当与疏水的热塑性塑料混合时更是如此。通过上述表面改性,淀粉表面为烷基等所覆盖,颗粒间聚集的倾向减弱,因而在基体中的分散变得较为容易。Maddever 和 Chapman 曾证明^[2],由 Griffin 工艺制得的淀粉填充聚烯烃比未做表面处理的淀粉填充体系更为强韧。

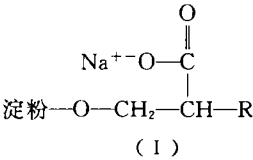
2.2 以变性淀粉为填料

在填充前预先使淀粉发生氧化^[8]、氨基化^[9]、酯化^[8,10]或醚化^[11,12]等变性反应,反应后,产物或多或少具有了疏水基团,与聚乙烯等聚合物的相容性可在不同程度上得到改善。

事实上,各种变性淀粉是食品、造纸、纺织等行业广泛应用的助剂^[13,14];使淀粉发生醚化、酯化、氧化等变性反应的目的原在于调节淀粉分子链间相互作用以改善淀粉在水中的流动特性和其他性质。前述变性淀粉尽管从本质上说仍是水溶性的,但通过控制工艺条件可以保持颗粒完整性并使反应尽量发生于表面,从而起到促进填料分散的作用。由于许多变性淀粉

的生产工艺早已相当成熟,因此,选择合适的途径并研究变性产物填充体系的加工性能和使用性能,将不失为开发新型淀粉填充塑料的一条捷径。

在已知的众多淀粉衍生物中,淀粉烯基丁二酸酯(I)是一大类与众不同的物质,它们兼备亲水和亲油两性,采用特殊工艺时,还可成为疏水的、可自由流动的粉末^[13]。显然,如果价格合理的话,后者将是一种理想的淀粉填料。与此



相似,Jane 等^[15]制得了辛基丁二酸淀粉单酯——金属离子络合物,指出以此填充聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等热塑性树脂时,能得到高强度的生物降解性塑料。

2.3 热塑性单体接枝淀粉

用热塑性单体特别是丙烯酸酯、丙烯腈、甲基丙烯酸酯和苯乙烯类单体对淀粉进行接枝反

应得到了广泛而深入的研究^[13,16]。接枝反应可以是自由基聚合,也可为离子聚合,从前者能得到间隔较远的长接枝链,后者则相反。常用自由基接枝反应可通过钴辐射源辐射引发,也可用多种氧化还原体系引发,反应介质通常是水和有机溶剂的混合物^[13]。在多数反应条件下,共聚对淀粉颗粒结构的影响不大。当原料为原淀粉颗粒且介质中水含量较低时,产物往往具有类似于原淀粉的颗粒形态,即使以酸解或酶解反应抽提多糖链节,剩余部分仍具有颗粒状外观^[13,16]。仅以水为介质时,虽然辐射共聚时淀粉颗粒表面附近的接枝反应居主导地位^[17a,18],而自由基聚合时接枝倾向于发生在颗粒整体^[19],反应后有时颗粒尺寸也会变大^[16,17],但淀粉的颗粒形态一般会保持下来。因为具有上述颗粒形态,这种热塑性单体接枝淀粉通常具有热塑性,在远高于热塑性链段玻璃化转变温度时表现出典型的粒子流特征^[16,20]。因此,不仅未抽提均聚物的接枝产物混合物本身相当于经接枝物增容的淀粉填充体系,而且接枝淀粉适于用作普通淀粉填充体系的增容剂。事实上,这两种方案是否可行,将取决于与前述表面处理的淀粉相比,接枝淀粉的成本是否足够低廉。

2.4 采用第三组分增容

自80年代后期欧美环保立法的压力促使人们大力开发淀粉填充塑料^[2,3]以来,出现了许多对淀粉填充体系进行增容的研究和专利^[3,4,21~26]。如表2所示,以增容为目的加入淀粉填充体系的树脂包括乙烯-丙烯酸共聚物(EAA)、乙烯-醋酸乙烯酯(EVA)等通用的增容树脂。与此类似的方法还包括对基体进行不饱和脂肪酸接枝改性。采用这一方法时,除需注重经济因素外,关键还在于认清该组分是否有利于淀粉颗粒分散以及混合工艺是否正确。

3 填料中淀粉无序化程度的控制

原淀粉具有较紧密的团粒结构,即其颗粒内部具有10%~40%的结晶度,链间相互作用

表 2 淀粉填充塑料中采用的增容树脂或接枝改性基体

增容树脂	热塑性聚合物基体	淀粉 ^b	文献
EAA	聚烯烃	——	[21]
EAA	EVA	——	[22,23]
EAA 钠盐	聚乙烯	原淀粉	[21]
EVA	聚(ε-己内酯)	——	[24]
—— ^a	EVA 或其部分水解产物	无序化淀粉	[25]
EVA	乙烯-马来酐共聚物	——	[25]
—— ^a	马来酸酐接枝聚丙烯	——	[26]

a—无第三组分;b—除注明者外未对淀粉性质作特殊要求。

强,聚集方式复杂^[27]。水含量不同时,这种复杂的聚集态结构可在不同温度下发生向均相结构的转化^[27~29],即无序化^[20]。显然,无序化程度不同时,淀粉的物理、化学性质和各种性能,尤其是流变行为,均不相同。因此,淀粉填料中无序化程度的控制,无论对填充过程还是对填充塑料的加工性能和使用性能均十分重要。

3.1 淀粉的无序化与淀粉填充体系的加工和成型

淀粉的无序化可以通过食品加工行业各种方法进行^[29],但对制备填充塑料最有意义的加工方式是挤出。因此,挤出过程中淀粉或淀粉填料的无序化尤为重要。Werner Wiedmann 和 Edgar Strobel 以玉米淀粉/5% 苦苣混合物及其挤出产物为模型研究了挤出过程对淀粉流动行为的影响,并探讨了挤出加工过程中不同条件下发生的无序化作用^[29],Limage 等则研究了聚乙烯/淀粉填充体系的流变行为^[30]。从他们的工作中可以得知:(1)原淀粉可在挤出过程中发生一定程度的无序化,升高温度、增大料筒内水含量和延长物料的停留时间均可促进淀粉的无序化;(2)淀粉原料无序化程度增大或料筒内水含量增大时,物料表现粘度降低,挤出所需机械功减少;(3)加入淀粉的其他软化剂或增塑

剂与提高水含量有相似效果;(4)淀粉填充塑料在加工过程中的流变行为表现为典型的粒子流,因而作为分散相的淀粉颗粒的模量直接影响填充体系的流动行为;若淀粉填料中水含量越高或无序化程度越大,则物料表面粘度越低。

值得注意的是,热塑性塑料的加工温度多在160℃以上。在这样的温度范围内,水含量高直接和压力相关。为使淀粉填充塑料在用普通设备成型时有稳定而良好的加工性能,必须预先使填料具有合适的湿度和有序化程度,以避免颗粒间聚结并降低成型时的能耗。因此,填充塑料混合时或淀粉预处理时,往往需要在挤出机内设置各种阻流元件^[31]以建立压力,甚至采取蒸汽注入^[32]等技术,以便促进并尽可能控制淀粉分散相的有序化。

3.2 淀粉填料的无序化程度与淀粉填充塑料的使用性能

直接研究淀粉无序化程度与填充塑料使用性能之间关系的文献尚较少见,但热塑性单体接枝淀粉塑化后所表现出的力学性能对环境湿度的依赖性^[33,34]间接反映了无序化程度的影响。从原淀粉得到的憎水性单体接枝物试样,当环境湿度不大时,挤出成型试样抗张性能变化不大,但长时间浸入水中则导致断裂强度大幅度下降及断裂伸长率大幅度提高^[33]。显然,力学性能随浸水时间的这种变化归因于试样中淀粉分散相的无序化及其对基体的影响。同理,淀粉填充塑料中淀粉分散相的无序化程度也会在一定程度上影响使用性能。一方面,作为分散相,淀粉无序化程度越低,其模量便越高,填充塑料的刚性就越强。另一方面,淀粉无序化程度的高低对制品在不同环境下性能随时间的变化也会有一定的影响。

4 淀粉填料的粒度

原淀粉颗粒直径多在2~150 μm^[27]。以通常工艺进行的表面改性不致于改变其粒径,接枝反应则往往导致粒径增大^[16,17]。由于直链和支链聚葡萄糖均与聚烯烃等不相容,无序化程

度不高时链间结合又较紧密,因此,普通加工方式下粒径很难变小,即填料的粒度控制主要依赖于填充前的处理。制备聚乙烯醇/淀粉流延薄膜时采用了经气流粉碎后粒径达微米级的淀粉^[35],用球磨制得超细淀粉并以其配制填充塑料的工艺也已经获得专利^[36]。一般而言,淀粉的粉碎可用各种常用粉碎技术进行,但是,尽管干淀粉的玻璃化温度(T_g)和熔融温度(T_m)分别高达约80℃和190℃^[16,28],但淀粉中水含量的提高会造成 T_g 和 T_m 的大幅度下降^[16],从而使颗粒和附聚体的破碎更为困难。因此,粉碎时既要预先使淀粉尽量干燥,又要严格控制环境湿度。

另一方面,在淀粉与热塑性塑料配混及制品成型过程中,亲水的淀粉倾向于聚集。除了利用加工设备的分散和分配混合作用克服这一倾向外,进行适当的表面处理是确保良好分散程度的关键。

总之,分散相的粒径是决定多相体系性能的主要因素之一^[37]。通过降低淀粉分散相粒径、提高淀粉填充塑料性能,以及优化填料处理工艺从而实现淀粉填料微细化并控制表面结构,是淀粉填充塑料研制和开发工作中必须重视的课题。

5 淀粉填充塑料的降解

5.1 降解机理

淀粉填充塑料的降解遵循两个彼此相关的过程,即淀粉填料的降解和基体的降解^[2,3,38]。以 Ecostar 为例,这两个过程分别为:(1)微生物(细菌和霉菌等)进攻淀粉,使之发生生物降解,直至消失,其结果为制品宏观强度降低、基体表面积增大;(2)在实际环境如淡水、海水和土壤中金属离子催化下发生自动氧化^[38,39],导致过氧自由基生成,引发合成高分子降解;当分子量降低到一定程度时,材料脆化并开始解体,最终按热氧化或生物降解机理转化为水和二氧化碳。

Maddever 和 Chapman^[2]比较了在无添加

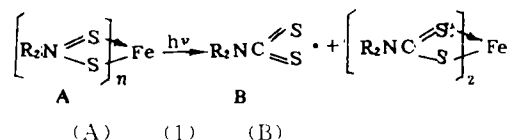
剂、含光降解添加剂以及含10%淀粉和光引发体系时低密度聚乙烯薄膜实地降解过程中断裂伸长率的变化,发现淀粉填充体系的降解远快于不含添加剂的试样,而加有光降解助剂的淀粉填充塑料降解更快。后者实地降解实验中还曾发现光降解直接证据^[3,38]。尽管 Hebe 等^[38]未发现试样中合成高分子组分微生物降解的证据,但我国学者生物降解实验^[40,41]支持 Maddever 等^[2]和 Scott 等^[3]的观点,亦即在实际应用环境下,淀粉的存在有助于诱使微生物对聚乙烯基体及其降解产物进攻,从而加速填充塑料的降解。

5.2 降解性能的控制

由上述降解机理可知,采用普通热塑性树脂和淀粉制备淀粉填充塑料时,不能确保制品在所有场合均迅速降解^[3,42],而且制品脆化发生的时间随存放和使用时的化学和生物环境而变。实际应用中,储运过程内的过早降解和因使用后降解不完全造成经济损失等事故时有发生。

针对淀粉填充塑料主要用于农膜和包装这一特点,须使其在一定使用寿命内性能稳定,其后迅速降解,而且降解产物不对环境构成危害。实现寿命可控的关键,在于控制并利用由光引发的氧化反应。羰基共聚^[39](表1)是典型的光降解性树脂,但是,不仅其成本高于普通树脂,而且其光降解无诱导期^[3,39]。于是,Scott 及其同事选择了加入光引发添加剂这一途径^[43]。通过对聚烯烃在不同过渡金属络合物作用下热氧化和光氧化的深入研究,他们发现^[3,43],虽然羧酸盐,尤其是乙酰乙酯盐会促进热氧化降解从而使塑料无法满足加工过程对树脂稳定性的要求,但其他一些络合物,如 Fe(Ⅲ)和 Mg(Ⅱ)的硫羧酸络合物(A),却兼备抗热氧化和亲光氧化作用。如式(1)所示^[43],铁络合物(A)在紫外光辐照下逐步释放出仲胺基硫羧基自由基(B)。A 和 B 均为有效的抗氧化剂,因而赋予基体光氧化诱导期,当体系中自由基 B 耗尽时,诱导期结束,最终生成的大分子羧酸盐还促进光

引发的降解反应。Scott 等还发现,采用多组分体系,可使塑料薄膜具有更长的诱导期,在使用



含硫络合物的同时,加入适当的热氧稳定剂,还可使诱导期后的降解变得更加迅速。以这种抗氧化剂-光引发剂原理为基础的 Scott-Gilead 工艺已被用来制造淀粉填充聚乙烯母料 Ecostar plus^[3,7],且已证明能够满足从热带到北温带不同气候下多种作物对农膜的要求^[3,43]。

5.3 淀粉填充塑料生物降解性能的评价

理想的可降解塑料不仅要在使用期内性能稳定并如期解体,而且其降解产物应不对环境(特别是土壤)造成危害,最终产物为 CO₂和 H₂O 从而加入生态循环^[2,3,39]。评价淀粉填充塑料降解性能时,通常采用的方法是光降解和热氧老化实验,评价降解发生的依据一般为在实验条件,特别是垃圾场、阳光下老化过程中形态、力学性能、化学结构和分子量等的变化^[38,44]。为缩短实验所需时间,还曾模拟实地化学环境制造生物反应器,从而使老化加速进行^[44]。判断生物降解是否容易发生时,则常将活性的酶或活的微生物加于试样表面,分析塑料形态和结构变化,或观察微生物存活和繁殖情况^[40,41,44]。因合成高分子,特别是聚烯烃很难发生生物降解或降解非常缓慢^[39],因此试样上微生物存活情况事实上反映淀粉组分的生物降解;鉴于微生物对体外多糖的降解多是先分泌体外降解酶,然后再吸收降解产物并同化之,因此淀粉填充塑料的详细降解机理仍有待进一步研究。同时,虽然有理由推测淀粉填充聚烯烃降解产物不会对环境造成危害^[38,45],但采用聚苯乙烯、聚氯乙烯等为基体时是否会对环境造成危害,还须考察塑料弃置地点环境的变化。

6 结 语

淀粉填充塑料以其成本优势和良好的降解性能成为重要的塑料品种。为使淀粉填充塑料具有良好的加工性能和使用性能,须采取正确的增容方法、减小淀粉分散相的粒径,并控制淀粉的无序化程度。由于淀粉特殊的亲水特性,加工和成型过程中水含量的控制始终为不可忽视的因素。因为淀粉填充塑料的降解是在淀粉生物降解作用促进下基体的光氧化和热氧化降解,所以根据应用要求调节基体的降解性能是开发淀粉填充塑料的过程中至关重要的一个环节。

7 参 考 文 献

- Griffin G J L. Brit. Pat. 1489050. 1973
- Maddever W J, Chapman G M. *Plastics Engineering* (Brookfield, Connecticut), 1989, 45 (7): 31
- Scott G. *Polymer Degradation and Stability*, 1990, 29: 135
- Griffin G J L. *Biodegradable Fillers in Thermoplastics*. ACS Advances in Chemistry, 1975, 134
- Otney F H, Westoff R P, Doane W M. *Industrial and Engineering chemistry (Proc., Mes. Dev.)*, 1980, 19: 592
- Chinnaswam R, Hanna M. WO 91-02757
- 翟羽伸. *石油化工*, 1990, 20(2): 120
- Marugama H. JP 03 263441, 1991
- Bortolussi A J, Gruz J P. BR 89-03664
- Suomin H L. WO 91-18044
- Nakajima T, Takagi S, Ueda T. JP 04202565; 04202567. 1992
- Bussink J, et al. EP 471402. 1992
- Faunta G F, Doane W M. *Modified Starches; Properties and Uses*. Florida: CRC Press Inc, 1986
- 张力田. *变性淀粉*. 广州: 华南理工大学出版社, 1992
- Jane J L, et al. US 5059642. 1991
- Trimnekk D, et al. J. Appl. Polym. Sci., 1993, 48: 1665
- a) Fanta G F, et al. *Die Starke*, 1976, 28: 382
b) Swanson C L, Fanta G F, Bagley E B, *Polym. Compos.*, 1984, 5: 52
- Fanta G F, et al. J. Appl. Polym. Sci., 1977, 21: 425
- Fanta G F, et al. *ibid.*, 1983, 28: 2455
- Bagley E B, et al. *Polym. Eng. Sci.*, 1977, 17: 311
- Oestereinche Agrar - Industrie G. m. b. H, AT 356, 619. 1991
- Bastidi C, et al. EP 400531. 1990
- Bastidi C, et al. WO 92-01743
- Tokiwa Y. EP 444880. 1991
- Bastide C, et al. WO 91-02025
- Weil RC. US 5026745. 1991
- 惠斯特勒 R J. *淀粉的化学与工艺学*. 北京: 中国食品出版社, 1987
- Stepto R, Fredrick T. EP 326517. 1989
- Wiedmann W, Strobel E. *Starch/Starke*, 1991, 43(4): 138
- Limage R V, Naik V G, Kale DD. *Polymer Science (Symp. Proc. Polym. '91)*. New Delhi: Macgraw - hill, 1991
- Meuser F, Weidmann W. in *Extrusion Cooking*. St. Paul. Minnesota: AACC, 1989
- Meuser F, et al. *Starch/Starke*, 1989, 41: 467
- Henderson A M, Rudin A. J. *Appl. Polym. Sci.*, 1982, 27: 4115
- Denberger R J, et al. *ibid.*, 1978, 22: 456
- 邱威扬等. *塑料工业*, 1992(1): 25
- Schnabel W. *Polymer Degradation: Principles and Applications*, München: Hanser, 1981
- a) Wu S. *Polymer*, 1985, 26 (11): 1855
b) Spanoudakis J, Yong R J. J. *Materials Science*, 1984, 19: 487
- Greizestien H B, et al. *Polymer Degradation and Stability*, 1992, 36: 251
- Schnabel W. *Polymwr Degradation: Principles and Applications*. New York: Macmillan Pub. Co. Inc, 1981
- 田汝川等. *天津大学学报*, 1990, (2): 23
- 段梦林等. *高分子材料科学与工程*, 1988, 4(4): 592
- Cornell J H, et al. J. Appl. Polym. Sci., 1984, 29: 2581
- Gilead D, Scott G. *Developments in Polymer Stabilizations -5 (The Developments Series)*. London and New Jersey: Applied Science Publishers Ltd, 1982. 71
- McCartin S M, et al. *Polym. Prepr. (Am. Chem. Soc. Polym. Chem. Div.)*, 1990, 31(1): 439
- Johannessen S M. J. Appl. Polym. Sci. Symp., 1978, 35: 415

Developments In Starch – filled Plastics

Li Tieqi , Qi Kun
(Department of Materials Science & Engineering,Guangdong University of Technology,Guangzhou,510090)

Summary The history and developments in starch – filled plastics were reviewed according to the dependence of properties on structure and morphology. In preparation of starch – filled plastics,cautions should be taken to improve the interfacial compatability between starch and synthetic resin matrix,to lower the size of starch filler and to control its destructured level. The degradability of starch – filled plastics and its assessment were also discussed based on its degradation mechanism,i. e. ,a thermo – oxidative or photo – oxidative degradation of the synthetic matrix accelerated by starch biodegradation.

Key words Starch – filled plastics,Compatability,Dispersity,Photo – biodegradation,Controlled Biodegradability

(上接第207页)

Development on Organic Metal Complexes Used for Oxygen – enriching Polymer Membranes

Zhang Ziyong ,Lin Shangan
(Institute of Polymer Science,Zhongshan University,Guangzhou,510275)

Summary Development on the oxygen – enriching polymer membranes which contain or bond organic metal compeses could bind molecular oxgen rapidly and reversibly was reviewed. The facilitated transport mechanism for the membranes was described by dual – mode transport model

Key words Organic metal complex,Oxygen – enriching polymer membrane,Facilitated oxygen transport

《高分子科学的今天与明天》

本书是国家自然科学基金委员会统一安排、由国家自然科学基金委员会化学部和中国化学会共同组织国内有关专家,在对国内外高分子科学的发展进行深入调研的基础上,着眼于探讨学科发展战略而编撰的一本论文集。本书提纲挈领地从小分子合成、高分子物理、高分子成型、功能高分子、天然高分子、高分子材料、计算机模拟技术等几个重要的分支领域介绍了高分子科学国内外研究现状、学术热点及研究发展趋势,并介绍了我国高分子工业发展的有关资料,涉及的专业面广、内容丰富。本书的作者均是国内高分子领域从事科研、管理的专家,其文在学术上有相当的深度和广度。总览全书,可以粗线条地看到高分子科学的纵横全貌及今后发展热点;择章选读,可了解各分支学科领域的概况及研究趋势。

本书对高分子领域从事科研和生产的科技人员、管理人员及大专院校师生、研究生学习、了解高分子科学的发展现状和趋势,开拓新课题、开发新产品,都是一本有价值的参考书。

本书16开,42万字,定价18.00元。

本书由化工出版社出版,欲购者请将书款及邮寄包装费(书款的15%)直接邮汇或信汇至化工出版社期刊部。

地址:北京朝阳区惠新里3号 邮编:100029

开户银行:北京工商银行甘水桥分理处转惠新里信用社 帐号:007078—58