

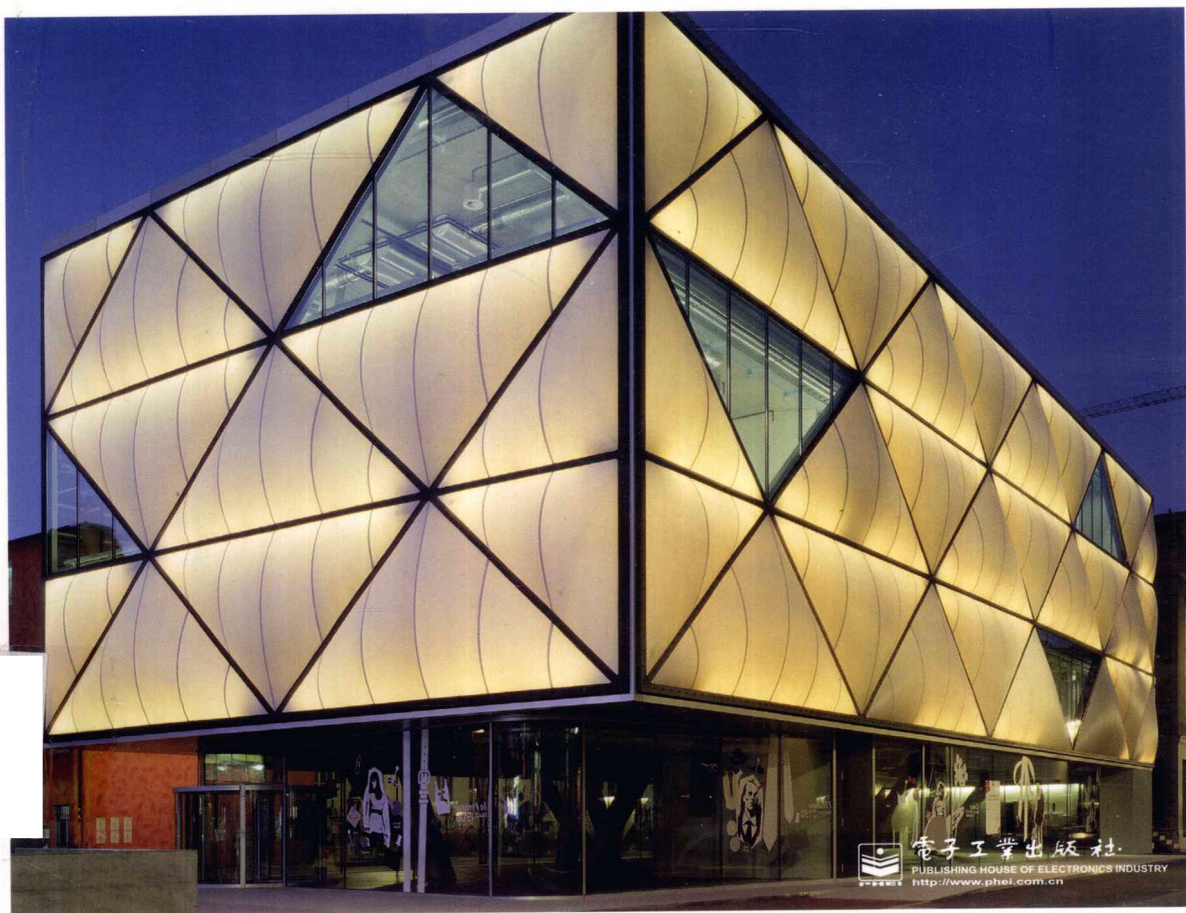
MARK CHINA
MARK杂志社 策划

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION IN PLASTIC

建筑设计师材料语言:

塑料

[西] 迪米切斯·考斯特 (Dimitris Kottas) 编著
飞思数字创意出版中心 监制

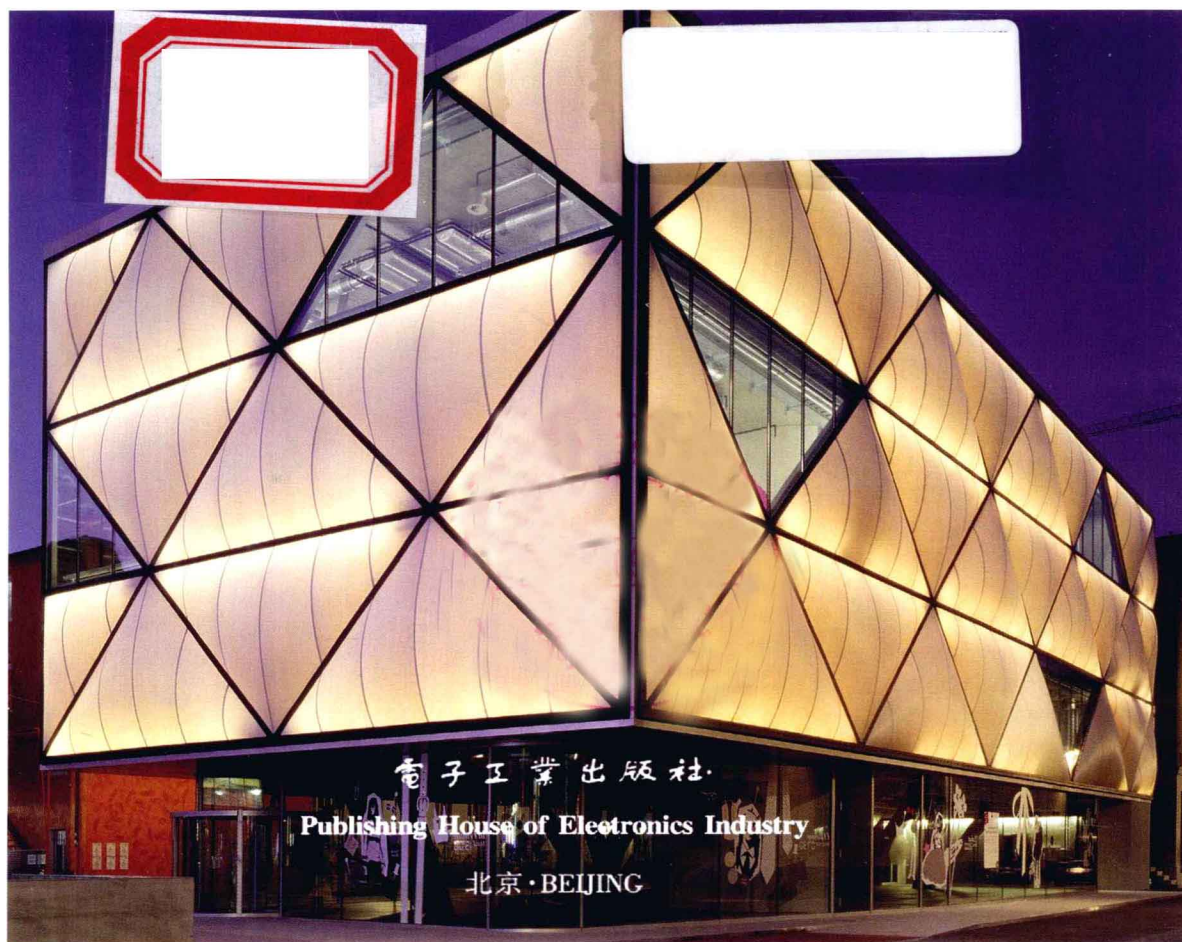


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION IN PLASTIC

塑料

[西] 迪米切斯·考斯特 (Dimitris Kottas) 编著
飞思数字创意出版中心 监制



内容简介

Abstract

本册图书详细汇总了塑料的运用原理和精选案例。在第一部分介绍了应用于建筑的塑料属性和种类，并且包括共20种塑料产品，每种塑料产品均配有特性介绍（包括规格、性能、用途等）和彩图；第二部分对27个精选建筑项目进行了深入剖析，项目出自全球著名设计事务所，如NL Architects、Zaha Hadid、ai3等，300余幅彩图和图纸，包括平面图、剖面图、立面图等。

本书适合设计师、建筑师、建筑事务所、建筑专业学生及教师、房地产公司参考阅读。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

建筑设计师材料语言：塑料 / (西) 考斯特(Kottas,D.) 编著. -- 北京：电子工业出版社，2012.6
ISBN 978-7-121-16107-0

I. ①建… II. ①考… III. ①建筑材料：塑料型材—基本知识 IV. ①TU532

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第031697号

责任编辑：侯琦婧

文字编辑：杨斯萌

印刷：中国电影出版社印刷厂

装订：中国电影出版社印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编：100036

开本：720×1000 1/16 印张：15 字数：384千字

印次：2012年6月第1次印刷

印数：4000册 定价：88.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

建筑设计师材料语言：

塑料



在建材家庭中，塑料是最近新增的成员之一，并在短时间内成为使用最为流行和普遍的建材。市场上有许多不同类型的塑料及像可丽耐（Corian）和豪美思人造石（Hi-Macs）这样的塑料矿物质复合材料。具有形状记忆或热变色性能的“智能”型聚合物正越来越多地使用于实验性的室内设计或建筑项目。塑料对环境的影响，包括它的生产、使用和处置，正引发塑料行业和消费者越来越多的关注。有些回收公司在营销他们的产品时就怀有这种理念，那就是再生材料审美上的欠缺正是其“生态环保”的凭证。热塑性塑料的回收利用也是一个问题，回收是可行的，但还不普遍。对于以较少的环境影响来生产塑料来说，用纤维素替代原油作为碳源是一个重要的选项。

这本书由两部分组成。首先展示这组令人着迷的材料特性，然后精选一些当代建筑项目来展示使用这种材料的可能性。第一部分介绍读者想知道的有关塑料的一切，从塑料的技术特性到最新的塑料基材料的特点。第二部分以领先的建筑事务所所设计的一系列项目，说明了这些材料在当代建筑中的重要性。卓越的品质与大胆的设计拓展了塑料应用于建筑领域的可能性。本卷对于塑料设计是一个宝贵的参考。



1. 建筑中的塑料.....	1		
2. 塑料制品.....	9		
Simon Conder Associates			
3. 黑色橡胶海滨别墅.....	20		
Studio Archea			
4. 恩济米艺术节.....	32		
Kengo Kuma & Associates			
5. 织部茶室.....	40		
Cloud 9			
6. 渴之馆.....	44		
Henning Stummel Architects			
7. 乔治式联排住宅的扩建.....	48		
ai3			
8. 艺术形象/阿特米斯创意公司.....	56		
Magma Architecture			
9. “把头摆进去”展览.....	64		
Taku Sakaushi + Chika Kijima / O.F.D.A.			
10. 骏河幼儿园.....	72		
Future Systems			
11. 世界教室.....	82		
Felix Jerusalem			
12. 草房子.....	90		
Anderson Anderson Architects			
13. 冲积海绵蜂巢.....	96		
NIO architecten			
14. 霍夫多普的公共汽车站.....	102		
MMW Architects			
15. 亲吻青蛙.....	112		
Hobby a., Wolfgang Maul & Walter			
16. 伊娃和弗里茨的住宅.....	118		
		Altro Studio	
17. 充气屋.....	126		
Spine ²			
18. Schanzen地区升级建筑改造项目.....	130		
Nader Tehrani			
19. 状态变化.....	140		
B+W architecture (Ueli Brauen + Doris Wälchli)			
20. “镜子”销售中心.....	146		
Unfold & Tony Michiels			
21. 捷卡公司产品展示空间.....	152		
Muti Randolph			
22. 塑料-O-拉玛.....	156		
NL Architects			
23. WOS 8换热站.....	164		
Ronan & Edwan Bouroullec			
24. 理想之家.....	170		
Rémy Marciano			
25. Ruffi体育场馆.....	174		
Urban A&O			
26. 骨墙.....	182		
ghigos			
27. 快速建筑.....	190		
Kalhöfer - Korschildgen			
28. “走向绿色”住宅.....	196		
Zaha Hadid			
29. 丁香.....	206		
Florian Nagler Architekten			
30. 工厂大厅.....	212		
Florian Nagler Architekten			
31. 朗科罗尔住房及工作室.....	222		

1. 建筑中的塑料

塑料是目前在我们身边无处不在的一种物质，在我们的日常生活和建筑界中随处可见，并已经成为不可被忽略的建筑材料。

与玻璃相比，塑料模具更容易塑形，颜色和形状更具多样性，重量更轻，生产成本更低廉。这些属性都为近代建筑师们带来很大的作用。

其中一个例子，是由赫尔佐格 & 德·梅隆建筑事务所设计，于 2003 年建成的半透明的伦敦拉班舞蹈中心，如左图所示。

塑料是由高分子链中主要含有碳和氢的有机合成化合物组成的。它们是由各种合成或天然原料经过化学反应而形成的，可通过高温和压力作用进行塑形。塑料是聚合物这个“大家

族”的一分子，并由重复结构单元（单体）的长分子形成。工业聚合物有聚乙烯、聚苯乙烯、涤纶、尼龙和聚四氟乙烯等。

“加成聚合反应”指一个单体在其中加入一种聚合物，而不会失去任何原子，因此，这些反应又称“加聚”反应，不产生次级产物的反应。聚氨酯（PUR）和环氧基树脂（EP）是这个过程中所产生的两种塑料。“缩聚”是指那些在失去原子的单体的聚合反应。在一般情况下，小分子会失去，如水分子（H₂O）、氯化氢（HCl）等。这个过程也被称为缩聚，生产塑料如聚酰胺（PA）、聚碳酸酯（PC）和聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET），与聚合作用不同，它们是由产物生成的。

塑料在建筑中的应用

热固性

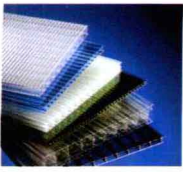
聚酯树脂	玻璃钢
氨基树脂	三聚氰胺甲醛 脲醛
酚醛树脂	苯酚甲醛

人造橡胶

橡胶
氯丁橡胶，三元乙丙橡胶
三元乙丙橡胶（EPDM）

热塑性塑料

乙烯基	聚氯乙烯	
	硬聚氯乙烯（PVC-U）	
	PVC-UE	
	氯化聚氯乙烯	
苯乙烯		
聚酰胺	尼龙	尼龙6 尼龙66
聚碳酸酯		
丙烯酸		
四氟乙烯		
聚四氟乙烯		
聚烯烃	聚丁烯	
	聚丙烯	
	聚乙烯	高密度聚乙烯 低密度聚乙烯



聚碳酸酯板材

塑料的种类

塑料可分为两大类：热塑性塑料和热固性塑料（如下表所示）。热塑性塑料当加热时变成液体，可以被塑型或铸塑，经冷却变得坚硬和透明。相反，热固性塑料通过加热、化学反应或辐射固化是不可逆转的，因而不能再加热，是不可重塑的材料。热塑性塑料占全世界塑料消耗的 50％左右。常用于层压板、照相胶卷、袋子、包装、管道、玩具、阀门。

复合材料是由两个或两个以上成材料的异构混合形成的。在建筑中，聚碳酸酯（PC）、丙烯酸甲酯（PMMA）和聚氯乙烯（PVC）是常用的塑料复合材料。

聚碳酸酯

聚碳酸酯是一种热塑性聚合物，具有良好的耐冲击性，密度在 1 200

和 1 260 kg/m³ 之间。习惯上，它已作为玻璃的替代品用于建筑中。聚碳酸酯首先在 20 世纪 50 年代产生，由表面硬度及绝缘性能和抵制大气恶化而著称。它们还具有高度透明度，且外表美观，使得它们适用于安全帽和安全玻璃（如左上图所示）。有趣的是，阿姆斯特朗和阿尔德林在 1969 年登月时所戴的头盔就是由聚碳酸酯做成的。

碳酸酯共享的属性包括：

- 强度，还具有灵活性和延展性
- 高冲击阻力
- 透明，是很好的媒介
- 阻燃，尽管它们都是可燃的
- 可回收利用
- 容易划破
- 良好的热绝缘体，6mm 厚度，热传系数 K 值 2.7 瓦 /（米·开）

一些常用塑料的性质

	缩写	常用名	密度 (kg/m ²)	抗张强度 (kn/m ²)	最大使用温度 (℃)
聚碳酸酯	PC		1 200~1 220	55~75	125
聚对苯二甲酸乙二醇酯	PET	胶带、聚酯薄膜、涤纶	1 455	57~75	70
聚甲基丙烯酸甲酯	PMMA	腈纶、有机玻璃、有机玻璃	1 190	56~70	110~130
聚丙烯	PP	高密度聚乙烯合成纸	950	25~33	80
聚苯乙烯	PS		1 050	40~50	60~85
聚四氟乙烯	RTFE	铁氟龙	2 200	17~21	250
聚氯乙烯	PVC		1 390	50~80	60

- 良好的听觉绝缘体，6mm 厚度声音传输类 (STC) 31 级
- 跟玻璃相比，密度较低

常见的应用包括防护面罩和口罩、危险机械屏障、镜片、安全玻璃、医疗器械和 CD 等。

丙烯酸玻璃 ~ 聚甲基丙烯酸甲酯

在 20 世纪 30 年代，丙烯酸塑料与树脂玻璃及透明合成树脂同时研发出来，为丙烯酸聚合物。最常见的是聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)，这是一种无色透明的塑料，质地坚硬、牢固，并具有良好的机械性能。其重量轻，密度在 1 150 和 2 000kg/m³ 之间。其透明度在光谱 85% 和 92% 之间，几乎是完全透明的紫外线。这几乎是相同厚度玻璃的七倍。尽管其重量轻，但可以支撑很重的负荷。聚甲基丙烯酸甲酯的导热系数为 0.16 千卡 / 米·时·摄氏度，而玻璃是 0.64 千卡 / 米·时·摄氏度。与磷酸、过氧化氢、硫酸钾、甲烷和重铬酸钠等也不会发生反应。

聚甲基丙烯酸甲酯适用于家庭用品，如装

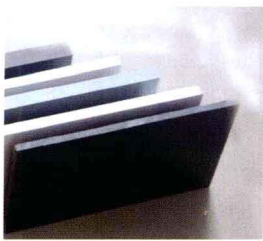
饰品和包装品。市场上称为丙烯酸玻璃、树脂玻璃或透明合成树脂等。透明合成树脂被用来做浴缸或淋浴设备零件，如下图所示。

在玻璃装配业，聚甲基丙烯酸甲酯有超过玻璃的优势。由于它比玻璃更透明，丙烯酸玻璃可以更厚，可达 330mm。其特有的品质应用在一些建筑上，如在美国加利福尼亚州蒙特雷湾水族馆，池底的一个窗口，是由 16.6m 长、5.5m 宽、330mm 厚的丙烯酸单块组成的，可抵抗数百万公升水的压力，可以让游客看到在水下世界栖息的水生物。其他常见应用包括荧光标志、垃圾筒和装饰屏幕。



丙烯酸层板（树脂玻璃）

熔点 (°C) / (°F)	抗冲击性	耐磨性	抗紫外线性能	成本
230~250	很好	中等	很好	中
255	好	好	低等	中
210~240	中等	中等	中等	高
165~170	很好	好	低等	低
180	低等	低等	低等	低
327	中等	好	很好	很高
140~170	低等	好	好	低



聚氯乙烯板材



塑料瓶是聚酯最常见的用途之一



聚苯乙烯保温板

聚氯乙烯

聚氯乙烯，即被化学家们所熟悉的 polyvinylchloride，最早是在 1838 年由维克多·尼奥（Victor Regnault）创造的。弗里茨·科莱特（Fritz Klatte）于 1912 年首先实现了这种材料的工业生产，然而直到 1938 年，古德里奇化工和通用电气公司才将其多样性和热塑性特点广泛应用于国际市场。通过氯化物的聚合，聚氯乙烯中含有碳、氢和氯原子。43% 的聚氯乙烯分子是从原油衍生的，而其他 57% 是从盐中提取的。

从结构上看，聚氯乙烯是乙烯聚合物，类似聚乙烯，差异是，每一个氯原子取代氢原子。聚氯乙烯是通过自由基聚合的氯乙烯产生的。

从化学上讲，它是惰性、无毒的，对火灾及恶劣天气有抵抗作用，具有防渗和良好的隔热、电绝缘、隔音性能，透明度高，易于加工，通过挤制加工、注塑、碾压、热成型、压力处理等，完全可以回收再利用。由于它是一种热塑性塑料，可以轻松地通过加热而重新塑型。经冷却，可恢复其原有的特性，同时保持新的形状，如左图所示。

这是一个非常持久耐用的材料，因此这种材料 55% 的产量用于建筑施工。64% 的聚氯乙烯

制品，其中包括管材、窗框、门和百叶窗具有 15 至 100 年的使用寿命。

全球生产的 24% 的聚氯乙烯用在家电、汽车零件、水龙头和玩具等制造（这些产品的使用年限为 2~15 年）。其余 12% 用于寿命短的制品，如瓶子、罐子、包装用品等。

聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)

聚对苯二甲酸乙二醇酯（也叫聚酯）是聚酯合成的塑料。从化学上讲，它是通过对苯二甲酸（PTA）和乙二醇（MEG）之间的缩聚反应得到的聚合物，如右表所示。

其最重要的特性包括透明度高、耐磨性强、良好的摩擦系数及耐温性和耐化学性。它重量轻，几乎不易破损，100% 可再循环使用。其结晶度从非晶质到高度结晶不等：它可以是无色且透明度高，但是厚片往往是不透明的、混浊的。这些特性使聚酯能够应用到重要领域，如合成纺织品、包装、瓶子、盘子和板材等，如左中图所示。

聚酯是一种半结晶性材料，加热时会变得混浊，而共聚聚酯则是一个共聚酯非晶聚合物，它在加热时或其他过程都不会结晶。这意味着，共聚聚酯片可以折叠、模塑或处理，而不会失去其原有的透明度。一旦一块聚酯

已结晶，某些地方已经没有承重能力，就会被负载压碎，而这种问题不会在共聚聚酯上发生。

玻璃纤维增强塑料——玻璃钢

玻璃纤维增强塑料（GRP）自 1930 年上市，是由玻璃纤维和聚酯树脂制成的材料的通用名称。防火胶板由玻璃钢强压下制成，可以自由设计样式，这使得它们为航空航天、军事和汽车行业服务。玻璃纤维增强塑料具有许多的应用和市场。

主要的市场应用有：建筑（装饰板、门板、屋顶灯和天窗、农业粮仓、水箱、预制构件）；工业应用（过滤器、研磨盘）；航海应用；电气和电子（绝缘材料、模压板、路灯杆等）；航空和国防应用（导弹、武器部件、导弹发射器等）；管道（管、泵、化粪池等）和交通（巴士座位、火车、摩托车等）。

塑料成型过程

	材料	属性	局限性	代表性产品
铸模	热固性塑料	在非工业的规模下，用非常简单经济的步骤就可以产生	生产率非常低，不能生产出薄零件	小装饰品、雕塑、小型五金件
树脂成型	热固性树脂	适用于独特的零件和小批量生产，任何尺度和高度的产品	生产效率低，厚度不易控制	家具、船体
碾压	热塑性塑料	高生产率，多层产品，连贯的厚度	定向材质	塑料板材和地板
喷射造型法	热塑性塑料，一些热固性塑料和弹性体	生产效率高，复杂而精确的形式	仅用于大批量生产（100万件及以上）	许多工业生产塑料制品
挤制加工	热塑性塑料	经济的大规模生产	不适合小规模生产	生产热塑性板材、型材等最常见的方式
旋转成型	热塑性塑料	大型中空牢固零件，小规模生产，节约	慢速生产，厚度不易控制，内部表面饰面差	空心无缝制品
热成型	热塑性塑料	节约，适应小批量，形状复杂	材料损耗大，质量受限制	包装材料、冰箱内部
快速原型技术（光固化，三维打印）	大部份热塑性塑料	非常复杂的形状，独特的零件，一次生产中可生产不同零件	材料的选择有限，最终的表层可能需要修饰	技术原型、独特的零件、雕塑和观赏性制品。

聚苯乙烯

聚苯乙烯于 1930 年首次在德国通过聚合作用产生。低于 100 摄氏度时，它是一种玻璃状固体，高于这个温度，可以加工成各种各样的形式。聚酯很有弹性，抗化学降解能力极强，具有较低的导热和导电性，并在高温下稳定性好。由于其密度低、透明度高，被广泛应用于包装和建筑中，其原理的应用是作为隔热和隔音材料；半透明的分区或室内玻璃上。另一个显著的特点是价格低廉、可循环利用，如第 4 页左下图所示。

苯乙烯丙烯腈

苯乙烯丙烯腈是一种由两个不同的单体，即苯乙烯和丙烯腈形成的塑料共聚物。最常见的成分 65%~80% 是苯乙烯，其比例决定了生成的塑料的性能，其余的是丙烯腈。苯乙烯丙烯腈具有良好的抵抗润滑剂、油脂、汽油和盐酸能力。苯乙烯含量为 30%，丙烯腈含量为 70%，它们对氧气、二氧化碳和水分子具有良好的阻隔性。苯乙烯丙烯腈是透明的非晶结构，并易于加工。这种易弯曲且坚硬的材料具有较高的耐化学性，主要用于汽车、电气和

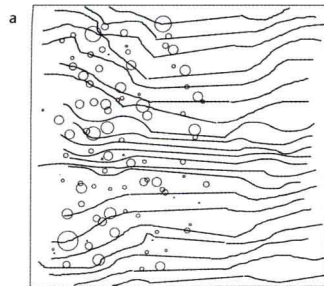
电子产业。在一些建筑产品中，接触到外部的天气条件，可具有高抗开裂性能。由于它对水分、二氧化碳和氧气阻隔性好，它也被用于食品等行业的食品包装膜。其密度是 1.080 kg/m^3 ，生产成本低廉，易于加工。

高压装饰防火胶板

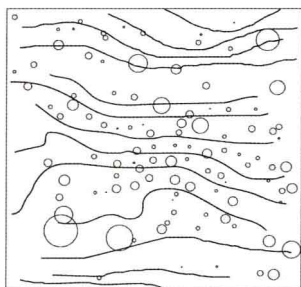
高压装饰防火胶板（HPDL）是在高温高压下产生的纤维状物质（通常是纸）的各层组成，比例通常为 80% 的木材、20% 的聚氯乙烯。它们由一个透明的保护层组成——通常为密胺树脂；装饰层往往由饱和树脂相纸组成；核心部分具有抗冲击性——通常是一个高密度纤维凝聚材料组成。随着时间的推移，这种类型的层压板越来越受到室内设计师的欢迎，作为持久而新颖的内饰表面。它们为设计师提供了抗磨材料，易于被安装和维护，很环保，并在颜色和成品上多种多样。这是一个近乎完美的内饰覆盖材料，被广泛用于水平和垂直表面。它也是家具行业的一个革新，能够实现连续无缝表面的不规则的曲线形式（如下图所示）。虽然高压装饰防火胶板具有很高的耐磨度，但是也不建议应用在浴室，因为浴室湿度高，可能会降低其性能。



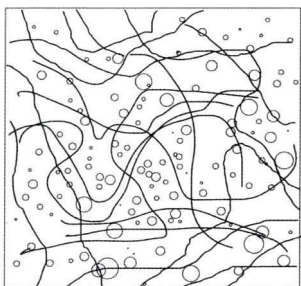
BDLoveBench 由 Ross Lovegrove 设计、Bd 制造。由中密度聚乙烯（MDPE）旋转模塑制成，这种材料可以在一定的色度范围内着色。



聚合物之间可溶解的分子



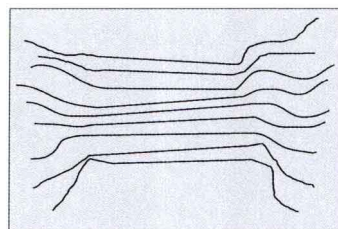
聚合物开始分开



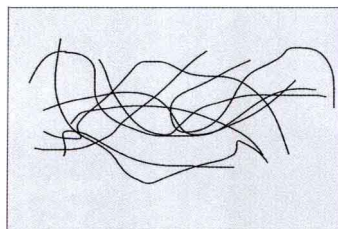
在长长的大分子影响下，
形成黏稠的溶液



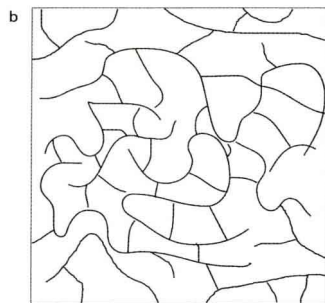
低温时，聚合物构造非常有序地排列（树脂坚硬）



随着温度升高，树脂区域开始呈现无定形的分子结构



高温时分子呈无定形的结构（树脂为可塑性）



a. 热塑性树脂的溶解图

b. 热固性塑料的分子网状图

不同温度下热固性塑料内的弹性分子图



2. 塑料制品

虽然塑料是建筑材料家族的最新成员，但它们已经成为最流行的一种材料。许多不同类型的塑料和塑料矿物混合物可供使用，如可丽耐和豪美思人造石（HI-MACS）。虽然塑料可以相对容易地形成任何形状，但通常市面上销售的都是片状塑料。蜂窝板是很常见并且很实用的塑料（或合成品），其特点是质量轻，并且耐用。在塑料领域，生态问题已成为大家

所关注的问题。热塑性塑料是可循环利用的，但这种做法还未普及。有些公司的产品可以使再生塑料的“缺陷”成为一种审美特质，使得它不仅可以实际应用，而且美观。纤维板作为碳源代替汽油的应用，是另一种塑料的创造方式，对环境影响较小。“智能”形状记忆聚合物和其变色性能也可用于室内设计当中。