



万能材料

塑料中的秘密

〔日〕泽田和弘/著

董伟 谭毅/译

Life 生活科学馆

四色全彩



科学出版社

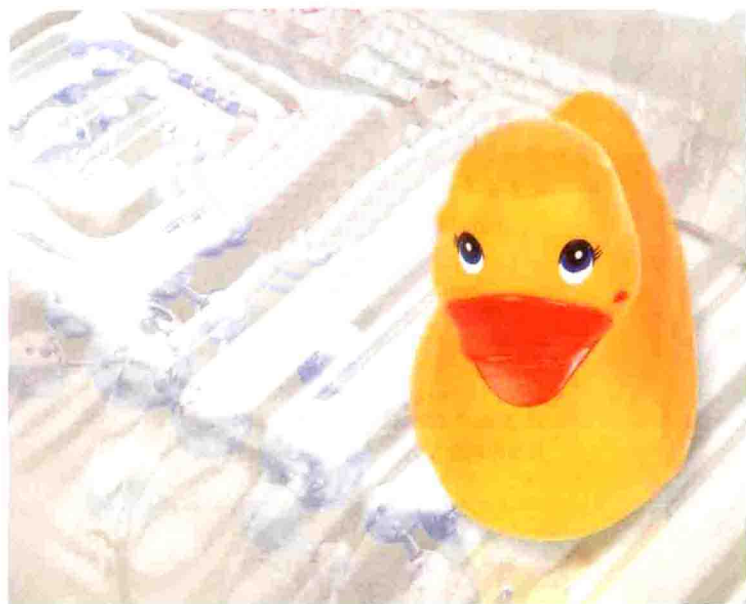


万能材料

塑料中的秘密

〔日〕泽田和弘/著

董伟 谭毅/译



科学出版社

内 容 简 介

我们几乎每天都会使用塑料瓶、塑料袋等多种塑料制品。你有想过塑料到底是如何制作出来的吗？塑料有怎样的性质呢？塑料瓶是如何循环再利用的呢？从日常生活到尖端科技，塑料都有哪些重要用途呢？本书将带你走进这个神奇的塑料世界。

本书适合热爱科学、热爱生活的大众读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

万能材料——塑料中的秘密 / (日) 泽田和弘著；董偉，譚毅译。

—北京：科学出版社，2014.6

(“形形色色的科学”趣味科普丛书)

ISBN 978-7-03-039854-3

I. 万… II. ①泽… ②董… ③譚… III. ①塑料-普及读物

IV. ①TQ32-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 034139 号

责任编辑：石磊 杨凯 / 责任制作：胥娟娟 魏谨

责任印制：赵德静 / 封面制作：铭轩堂

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京画中华印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 6 月第 一 版 开本：A5 (890×1240)

2014 年 6 月第一次印刷 印张：6 1/2

印数：1—4 000 字数：120 000

定 价：39.80 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

Zukai de Wakaru Plastic

Copyright © 2008 Kazuhiro Sawada

Chinese translation rights in simplified characters arranged with

SB Creative Corp., Tokyo

through Japan UNI Agency, Inc., Tokyo

図解でわかるプラスチック

澤田和弘 SBクリエイティブ株式会社 2008

著 者 簡 介

澤田和弘

1947 年生于日本大阪。1970 年开始在母校大阪教育大学任职，现任职于教职教育研究开发中心，并兼任实践学校教育讲座（研究生院）教授。专业是物理化学和化学教育，参与编写过《自由研究指导手册》（东京书籍）、《小学四、五、六年级新理科教科书》（文一综合出版）、《有趣的理科科学 100 个问答》（明治图书）、《趣味实验及制造大全》（东京书籍）等。

近藤企划（近藤久博）

美术指导、设计。

近藤企划（NECO）

封面绘制。

atelier TRUMP HOUSE（山本 治）

插图绘制。

株式会社 BEEWORKS

制作。



感悟科学，畅享生活

如果你一直在关注着“形形色色的科学”趣味科普丛书，那么想必你对《学数学，就这么简单！》、《1、2、3！三步搞定物理力学》、《看得见的相对论》等理科系列的图书和透镜、金属、薄膜、流体力学、电子电路、算法等工科系列的图书一定不陌生！

“形形色色的科学”趣味科普丛书自上市以来，因其生动的形式、丰富的色彩、科学有趣的内容受到了许许多多读者的关注和喜爱。现在“形形色色的科学”大家庭除了“理科”和“工科”的18名成员以外，又将加入许多新成员，它们都来自于一个新奇有趣的地方——“生活科学馆”。

“生活科学馆”中的新成员，像其他成员一样色彩丰富、形象生动，更重要的是，它们都来自于我们的日常生活，有些更是我们生活中不可缺少的一部分。从无处不在的螺丝钉、塑料、纤维，到茶余饭后谈起的瘦身、记忆力，再到给我们带来困扰的疼痛和癌症……“形形色色的科学”趣味科普丛书把我们身边关于生活的一切科学知识，活灵活现、生动有趣地展示给你，让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识！

科学让生活丰富多彩，生活让科学无处不在。让我们一起走进这座美妙的“生活科学馆”，感悟科学、畅享生活吧！

前 言

笔者与塑料的缘分，是从参与导师的研究项目“塑料晶体”开始的。大家可能第一次听到这个名称。实际上，“塑料晶体”并不是“塑料的晶体”，而是“具有塑料性质的晶体”。当然，塑料一词既有本书的主题——塑料“plastic”的意思，又有表示物质所具有的“可塑性”的意思，也就是像湿的黏土那样具有可以自由改变形状的性质。

提起“晶体”，大家大概会想到如砂糖、冰块之类的块状固体。但是与一般的固体不同，这个“塑料晶体”具有液体的性质。例如，我们把这个晶体放入研钵中，要把它磨碎。可是当我们用研磨棒用力研磨它时，晶体就会变成黏黏的固体。也就是说，当施加力的时候，它的分子会像液体那样移动，因此晶体不能变成粉末状。但是如果我们把这个“塑料晶体”冷却到某一温度，它就会变成具有不同性质的另一种物质，即可以被研磨成粉末状的一般固体。

也就是说，“塑料晶体”是一种拥有流动性的特殊固体，而且是只有特殊形态的分子才表现出这种状态。这种物质本身无法成为制作塑料制品的材料，但是由于

这种物质的可塑性有助于初期的塑料——赛璐珞的加工，所以它曾被用作软化赛璐珞的添加剂。这种添加剂就是“樟脑”。

实际上，樟脑也是一种“塑料晶体”，不过赛璐珞的研发者是否知道就不得而知了。或许是在材料加热制成产品时，樟脑非常偶然地变成了“塑料晶体”，从而提高了材料加工性能吧。

形成樟脑一类的“塑料晶体”的分子形状有一个共同点，即“回转椭圆体”。也就是说，如果切割分子，其横截面都是“椭圆形”或“圆形”。因为原子是球形的，我们可能会觉得这样的分子形状应该很常见，其实，这种形状是很稀少的。

最后，再讲一件关于“塑料晶体”的事情。还有一种与这种晶体同样具有流动性的固体。这种固体的分子只以细长单薄的形态出现，它也是在19世纪后半叶被发现的。但到20世纪五六十年代人们才发现，对这个物质加以电场，也就是当有电压或电流通过时，分子的排列方式会发生改变，这一性质很快被应用并制作成产品。这些产品就是以超薄电视机为代表的显示器。没错，这种物质就是“液晶”，英文中用“liquid crystal”来表示。实际上，这种物质也与塑料制品有关，但它与樟脑不同，它是一种软化温度高、性能优异的材料，即新型塑料材料——“液晶高分子”。

笔者在研究塑料晶体性质的过程中，对塑料制品的加工方法、材料等很感兴趣，并搜集了很多相关资料。此外，塑料与我们的生活息息相关，不可或缺，但让笔者深感意外的是我们并不了解塑料带给我们的好处和坏处，并且在学校也没有塑料方面的学习内容。于是在10年前，我利用网络制作了在当时比较少见的网上教材，并试着发表了。在这本教材中，我站在非塑料原料、加工专业的普通化学家的立场，从一般读者的视角，对塑料的知识进行了讲解。

利用制作网络教材的经验，我们尽力使本书更通俗易懂。

最后，在本书的编辑过程中，笔者得到了编辑部中右文德先生的很多帮助。执笔过程中，很多人士提供了资料和照片，插画家也为书中附上插画并精雕细琢。在此，笔者要向各位参与人员表示深深的谢意。

泽田和弘

目 录

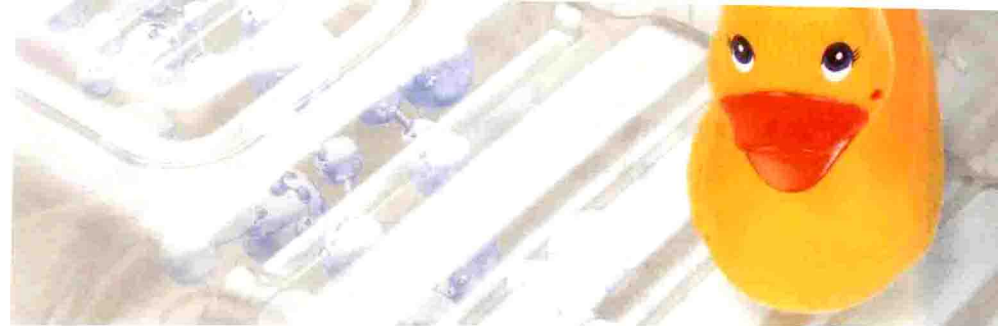
CONTENTS

第1部分

塑料到底是什么？

神奇的性质与研发过程

1.1 塑料是什么物质？	2
1.2 塑料瓶是如何制作的？	4
1.3 加热塑料瓶会发生什么？（实验篇）	6
1.4 既可变软又可凝固是塑料独有的性质吗？	10
1.5 可塑性是如何产生的？	12
1.6 可塑性与温度有什么关系？	14
1.7 黏土和塑料的可塑性有何差别？	16
1.8 塑料的可塑性都是相同的吗？	18
1.9 PET bottle(塑料瓶)中的PET是什么意思？	20
1.10 塑料的种类	22
1.11 “树脂”从何而来？	24
1.12 人类历史上的第一种合成塑料	26
1.13 谁发明了酚醛树脂？	28
1.14 酚醛树脂引起了哪个日本人的注意？	30
1.15 酚醛树脂出现之前没有塑料吗？	32
1.16 小食品中附带的玩具是赛璐珞制成的吗？	34
1.17 塑料的研发是理论发展的结果吗？	36
1.18 塑料的原料从何时变成了石油？	38
1.19 天然树脂的用途（虫胶和松脂）	40
1.20 天然树脂的用途（木乃伊和天然树脂）	42
1.21 塑料不耐光照吗？	44
1.22 塑料不耐水吗？	46
1.23 为什么塑料容易脏？（静电和污垢）	48



1.24	为什么塑料容易脏？（污垢和亲油性）....	50
1.25	塑料会溶于油吗？	52
1.26	塑料的脆性可以改良吗？	56
1.27	塑料的透明性由什么决定？	60
1.28	塑料耐热吗？（硬和软）.....	64
1.29	塑料耐热吗？（分子强度）.....	68
1.30	耐热性不同，塑料的用途就不同吗？	70

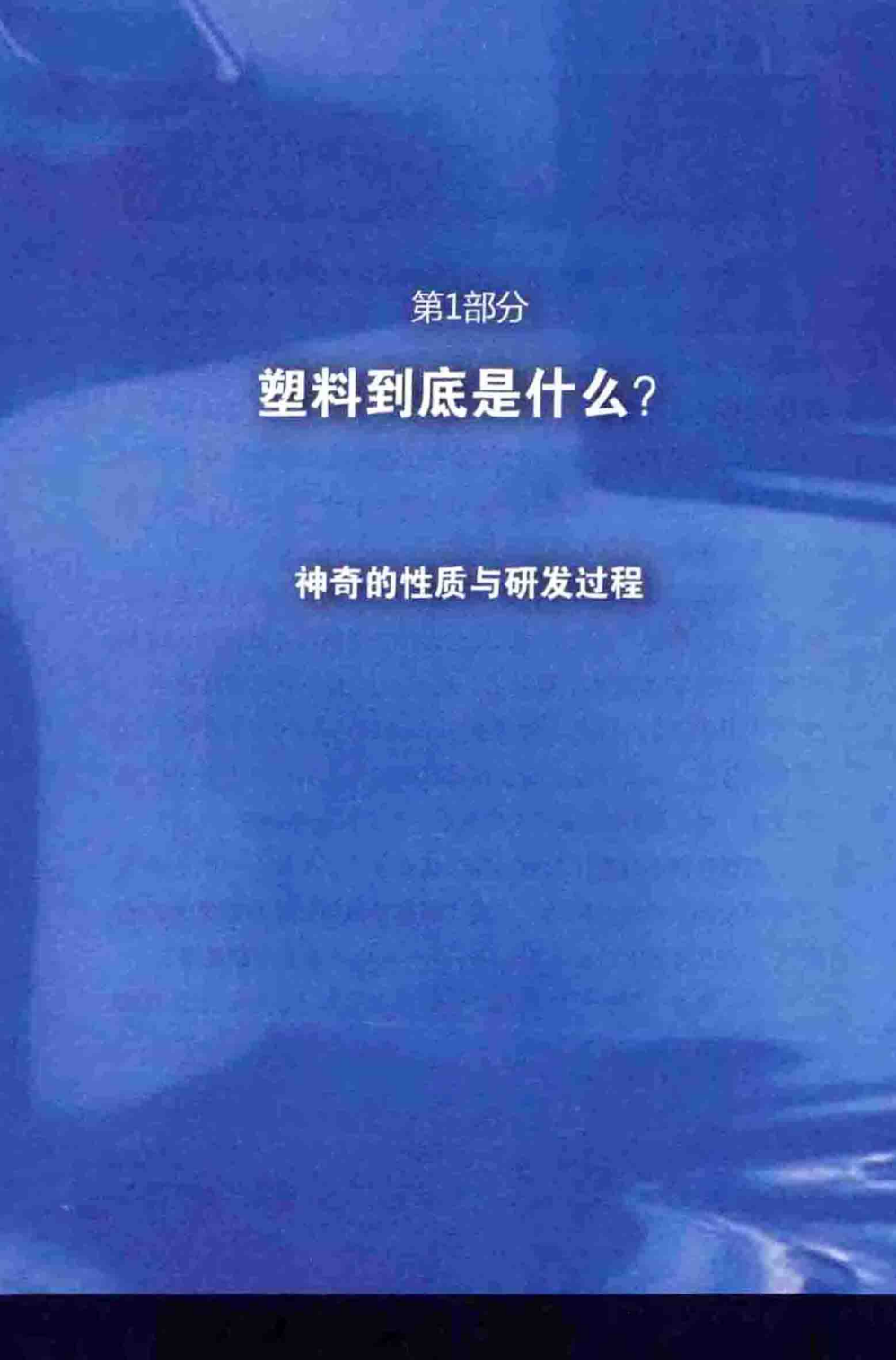
第2部分

塑料都有哪些用途？

最新的技术催生多种多样的用途

2.1	塑料被应用于何处？	74
2.2	塑料的标记方法	76
2.3	为什么会有开孔的包装？	80
2.4	包装能防什么？（湿气）.....	82
2.5	包装能防什么？（气体）.....	84
2.6	万能包装能制作出来吗？	86
2.7	剥离不下来的复合蒸镀是什么？	88
2.8	日本最初采用复合薄膜包装的是什么食品？	90
2.9	蒸镀制成的复合薄膜只用作包装容器吗？	92
2.10	食品模型是如何制作的？	96
2.11	丙烯酸颜料是什么？	98
2.12	与身体相关的塑料都有哪些？	100

2.13	硬质镜片和软质镜片的区别在哪里?	104
2.14	疏水硅树脂的应用领域有哪些?	108
2.15	什么是塑料灭火器?	110
2.16	卫生巾和纸尿布为什么能吸水?	112
2.17	发泡塑料是怎样制成的?	116
2.18	发泡聚苯乙烯都有哪些种类?	120
2.19	发泡塑料意想不到的使用方法	122
2.20	防止混凝土开裂的塑料有什么?	126
2.21	塑料制成的大理石	130
2.22	马桶也塑料化了吗?	134
2.23	纤维和塑料的区别在哪里?	138
2.24	混有纤维的FRP是什么物质?	142
2.25	橡胶和塑料的区别是什么?	146
2.26	橡皮是橡胶还是塑料?	150
2.27	塑料产品都具有特定形状吗? (黏合剂)	154
2.28	环氧树脂是什么样的树脂?	158
2.29	塑料产品都具有特定形状吗? (涂料)	160
2.30	光纤是什么线?	164
2.31	威胁光纤塑料皮膜的是哪种动物呢?	168
2.32	塑料中也有纳米技术吗?	170
2.33	书刊印刷使用塑料了吗?	174
2.34	为什么会有硬度不同的聚乙烯?	178
2.35	位居日本消费量前三位的塑料是什么?	182
2.36	塑料垃圾怎么处理?	186
2.37	塑料瓶真的被回收利用了吗?	188
2.38	去石油化能走多远?	192
	参考文献	196



第1部分

塑料到底是什么？

神奇的性质与研发过程

1.1 塑料是什么物质？

本书中所介绍的**塑料**是什么样的物质呢？通常物质都是由分子、原子组成的。我们身边最常见的水，就是由一个氧原子和两个氢原子组成的“水分子”的集合。还有，燃烧东西生成的二氧化碳气体是由两个氧原子和一个碳原子组成的“二氧化碳分子”的集合。在本书中把由几个到100个左右的原子构成的分子称为“**小分子**”，所以可以说水和二氧化碳是小分子的集合。与此相对，金属是由金属原子集合而成的。

那么塑料属于哪种呢？塑料和水、二氧化碳一样，是由分子集合而成的物质，但跟水与二氧化碳等物质稍微有些区别。这种区别在于分子的大小。实际上，组成塑料的分子是由几万到几十万个原子结合而成的“**大分子**”，而且分子的形状也不同。通过观察分子，就会发现它是由相同形状的几千到几万个分子重复组成的，就像**图1-1**所示的把曲别针一个个连起来那样。

塑料有很多种类，名称不同，其重复分子的形状不同，重复次数也不同，但是相同的一点是“**组成塑料的分子是非常大的分子**”，而且基本上所有的塑料分子的骨架中“**都含有碳原子**”。

综上所述，塑料可以说是“许许多多同样形状的、包含有碳原子的大分子的集合”。

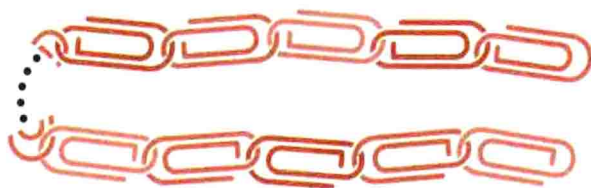
把两个曲别针分子连起来



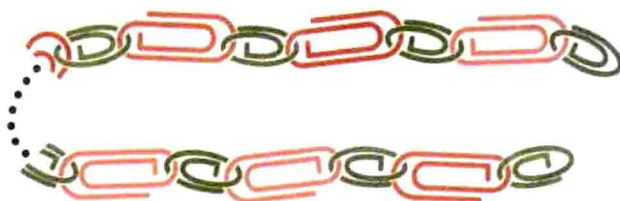
把几个这样的单元连起来就成了“小分子”



把“小分子”串连起来就变成了“大分子”



也有很多大的曲别针连起来形成的“大分子”



还有形状不同的分子连接起来形成的“大分子”。其中的曲别针（小分子）的个数根据塑料种类的不同而不同

图1-1 把塑料分子比作曲别针

1.2 塑料瓶是如何制作的？

我们身边到处都是塑料制成的产品。这些产品是怎样制成的呢？塑料瓶是我们身边常见的塑料制品的一种，这里我们就以塑料瓶为例，介绍一下塑料制品的制作方法。

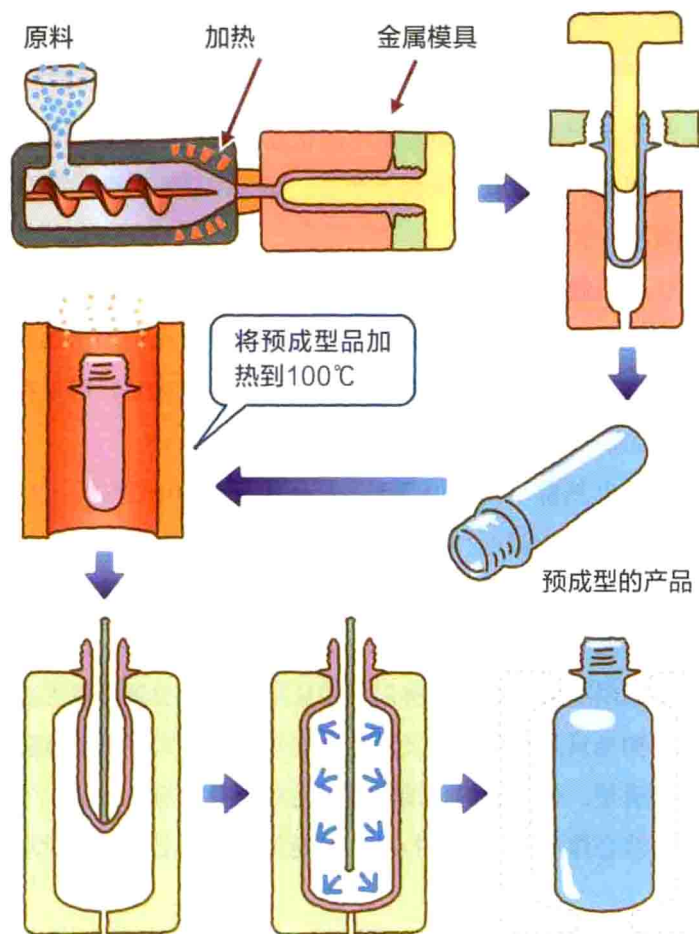
塑料瓶的需求量很大，因此需要用被称作成型机的机器进行加工。或许是因为同时加工瓶嘴的硬质部分和瓶身的软质部分有些困难，从原料开始加工成塑料瓶要分为两个阶段。

塑料的原料是被切成几毫米大小的“小片”。先用它制作出坚硬的瓶嘴部分。通过一种叫“喷射成型机”的机器，把原料从细孔中挤出。由于小片是碎片，通过加热使它变稠变软，然后通过加压把它挤出。在出口处有瓶嘴形状的金属模具。施加压力将其压入这个金属模具的狭小空间里。这称为“**预成型**”，制作出的是瓶嘴形状像试管一样的东西。

接下来就是将预成型的東西加工成我们常见的瓶子的形状。使用具有瓶子形状的金属模具，将再次加热软化的预成型品放入其中。用金属棒将它沿纵向伸长，接着充入压缩空气，将其与金属模具紧贴。最后冷却成固态而完成。

其他的塑料制品也与塑料瓶一样，先加热软化原料，然后就可以加工成产品的形状。

用几毫米的碎片（小片）作原料，将这种碎片在喷射成型机中加热并制作出预成型品。然后再将它装入别的成型机中，加工成塑料瓶的形状



将预成型品放入金属模 充入高压空气将它鼓 冷却并从金属模
具中，用金属棒推长 吹成金属模具的形状 具中取出

参照PET塑料瓶再利用推进协议会主页（http://www.petbottle_rec.gr.jp/）

图1-2 塑料瓶的制作方法

1.3 加热塑料瓶会发生什么? (实验篇)

为了方便地饮用塑料瓶中的饮品，我们一般都是带着塑料瓶直接用冰箱冷却或者用器皿加热。那么，只加热空的塑料瓶的话会发生什么呢？

让我们做个实验吧。首先为了加热方便只使用塑料瓶的底端部分。为了避免着火，我们不用燃气而用没有火焰的电热器。还有，因为把塑料瓶直接放在电热器上观察不太容易，所以在下面可以垫上铝箔。我们用电子温度计测量温度。

打开电热器，慢慢加热塑料瓶。刚超过 100°C 时瓶子也没发生什么变化。当接近 180°C 的时候稍微起了些变化，与铝箔接触的部分慢慢变大，被加热空气无法溢出的中央部分开始出现雾气。再将温度升到 190°C 以上时，现象变得更明显了。

我们用准备好的玻璃棒向铝箔底部施压，会发现底面变得非常皱。如果只是看着很难发现这种变化，但若用了玻璃棒就会变得非常清楚。把压着的玻璃棒慢慢地往上挑，棒上附着的有黏性的东西就会像液体一样被拉长。但是如果冷却之后液体就会变成固体。

进一步升高温度，塑料就会逐渐变成像油一样的液体，并且最终会全变得像油一样，而且一部分会变黑并释放出有刺鼻气味的烟。再继续加热塑料瓶会很危险，因此必须关掉电热器的电源。关掉电源后，像油一样的地方立刻会变成糊状的固态，而变黑的部分直到 50°C 才会凝固。