

密 级： _____

加密论文编号： _____

论文题目： **形状记忆聚氨酯的合成及其在纺织中的应用**

学 号： _____ 31xxxxxxxx

研 究 生： _____ 张三

专 业 名 称： _____ 材料工程

2026 年 6 月

形状记忆聚氨酯的合成及其在纺织中的应用

Synthesis and Application on textile of the Shape Memory Polyurethane

研究生： 张三

指导教师： 李四

北京科技大学 化学与生物工程学院

北京 100083, 中国

Master-Degree Candidate: Zhang San

Supervisor: Prof. Li Si

School of Materials Science and Engineering

University of Science and Technology Beijing

30 Xueyuan Road, Haidian District

Beijing 100083, P.R.CHINA

中图分类号: TQ028.1
U D C: 540

学校代码: 10008
密 级:

北京科技大学硕士学位论文

论文题目: 形状记忆聚氨酯的合成及其在纺织中的应用

研究生: 张三

指导教师: 李四 单位: 化学与生物工程学院 职称: 教授

指导小组成员: 单位: 职称:

单位: 职称:

论文提交日期: 2026年6月XX日

学位授予单位: 北京科技大学

摘 要

本文……

(摘要是一篇具有独立性和完整性的短文，应概括而扼要地反映出本论文的主要内容。包括研究目的、研究方法、研究结果和结论等，特别要突出研究结果和结论。中文摘要力求语言精炼准确，博士学位论文建议 1000~1200 字，硕士学位论文摘要建议 500~800 字。摘要中不可出现参考文献、图、表、化学结构式、非公知公用的符号和术语。英文摘要与中文摘要的内容应完全一致，在语法、用词上应准确无误，语言简练通顺。以外文撰写的学位论文，应以同种语言撰写外文摘要。除外文摘要外，应有中文摘要，置于外文摘要页的后面，并标注中文关键词，为能完整描述学位论文的主要内容，中文摘要宜不少于 5000 字。)

关键词：形状记忆；聚氨酯；织物；合成；应用（**硕士**一般选 3~6 个单词或专业术语，**博士**一般选 3~8 个单词或专业术语，且中英文关键词必须对应。**【提醒】**关键词不要与学科或专业名称等专有名词一致或相近。）——请在“main.tex”开头设置

Synthesis and Application on textile of the Shape Memory Polyurethane

ABSTRACT

In order to exploit...

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

Key Words: shape memory properties; polyurethane; textile; synthesis; application

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	II
插图清单	IV
附表清单	IV
1 绪论	1
1.1 本论文研究的目的和意义	1
1.2 国内外研究现状及发展趋势	1
1.2.1 形状记忆聚氨酯的形状记忆机理	1
1.2.2 形状记忆聚氨酯的研究进展	1
1.2.3 水系聚氨酯及聚氨酯整理剂	2
1.3 常见问题和疑难解答	2
2 具体研究内容	3
结 论	4
参考文献	5
附录 A 费马大定理的证明	6
附录 B Maxwell Equations	7
附录 C 要求	8
C.1 一级标题	8
C.1.1 二级标题	8
致 谢	9
作者简历及在学研究成果	11
独创性说明	12
关于论文使用授权的说明	13
学位论文数据集	14

插图清单

图 1-1 热塑性形状记忆聚氨酯的形状记忆机理示意图	2
----------------------------------	---

附表清单

表 1-1 水系聚氨酯分类	2
---------------------	---

主要符号对照表

USTB	北京科技大学的英文缩写
\LaTeX	一个很棒的排版系统
$\LaTeX 2\epsilon$	一个很棒的排版系统的最新稳定版
ctex	成套的中文 \LaTeX 解决方案，由一帮天才们开发
$e^{\pi i} + 1 = 0$	一个集自然界五大常数一体的炫酷方程

1 绪论

正文部分通常包括绪论、主体和结论。

博士学位论文：一般为 6~10 万字，其中绪论部分要求 1 万字左右（设计专博士学位论文一般不少于 4 万字）；硕士学位论文：一般为 3~5 万字，其中绪论部分要求 0.5 万字左右（外语学科：中文、日文论文不少于 3 万字，西文论文 2 万字左右；设计专硕学位论文的核心部分（本论、结论）字数不少于 1 万字（不含图、表及附录））。

绪论应包括所研究领域的历史回顾和前人工作的综合述评，以及论文的研究目的、流程和方法等。

1.1 本论文研究的目的和意义

近年来，随着人们生活水平的不断提高，人们越来越注重周围环境对身体健康的影响。作为服装是人们时时刻刻最贴近的环境，尤其是内衣，对人体健康有很大的影响。由于合时时刻刻最贴近的环境，尤其是内衣，对人体健康有很大的影响。由于合成纤维的衣着舒适性、手感性，天然纤维的发展又成为人们关注的一大热点。

... ..[1-5]

1.2 国内外研究现状及发展趋势

1.2.1 形状记忆聚氨酯的形状记忆机理

根据文献[6]，形状记忆聚合物（SMP）是继形状记忆合金后在 80 年代发展起来的一种新型形状记忆材料。形状记忆高分子材料在常温范围内具有塑料的性质，即刚性、形状稳定恢复性；同时在一定温度下（所谓记忆温度下）具有橡胶的特性，主要表现为材料的可变形性和形变恢复性。即“记忆初始态 - 固定变形 - 恢复起始态”的循环。

固定相只有物理交联结构的聚氨酯称为热塑性 SMPU，而有化学交联结构称为热固性 SMPU。热塑性和热固性形状记忆聚氨酯的形状记忆原理示意图如图 1-1 所示

1.2.2 形状记忆聚氨酯的研究进展

首例 SMPU 是日本 Mitsubishi 公司开发成功的……。

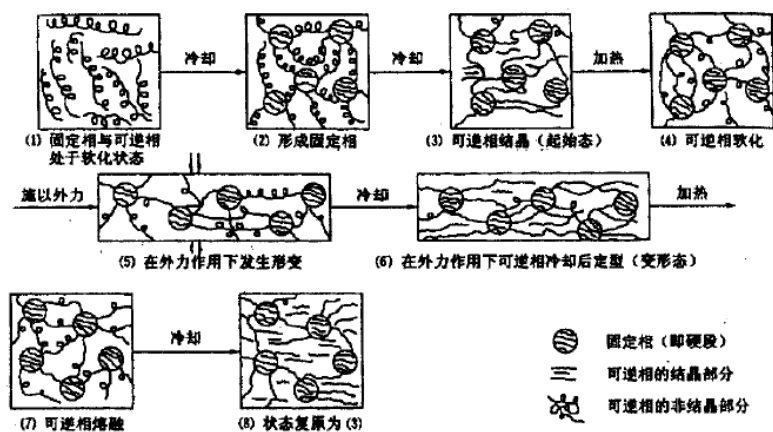


图 1-1 热塑性形状记忆聚氨酯的形状记忆机理示意图

1.2.3 水系聚氨酯及聚氨酯整理剂

水系聚氨酯的形态对其流动性，成膜性及加工织物的性能有重要影响，一般分为三种类型^[6]，如表 1-1 所示。

表 1-1 水系聚氨酯分类

类别	水溶型	胶体分散型	乳液型
状态	溶解～胶束	分散	白浊
外观	水溶型	胶体分散型	乳液型
粒径/ μm	< 0.001	0.001 – 0.1	> 0.1
重均分子量	1000 ~ 10000	数千 ~ 20 万	> 5000

1.2.3.1 四级节标题

根据需要，也可设四级节标题。

由于它们对纤维织物的浸透性和亲和性不同，因此在纺织品染整加工中的用途也有差别，其中以水溶型和乳液型产品较为常用。另外，水系聚氨酯又有反应性和非反应性之分。虽然它们的共同特点是分子结构中不含异氰酸酯基，但前者是用封闭剂将异氰酸酯基暂时封闭，在纺织品整理时复出。相互交联反应形成三维网状结构而固着在织物表面。……

1.3 常见问题和疑难解答

如果您遇到生僻字无法显示、列表项间距过大、三线表需要跨页等问题，请参考[在线文档的「疑难杂症」部分](#)。

2 具体研究内容

具体研究内容是学位论文的主要部分，是研究结果及其依据的具体表述，是研究能力的集中体现，一般应包括第2章、第3章至结论前一章。具体研究内容应该结构合理，层次清楚，重点突出，文字简练、通顺。可包括以下各方面：研究对象、研究方法、仪器设备、材料原料、实验和观测结果、理论推导、计算方法和编程原理、数据资料和经过加工整理的图表、理论分析、形成的论点和导出的结论等。具体研究内容各章后可有一节“本章小结”（必要时）。

定理 2.1 (留数定理). 假设 U 是复平面上的一个单连通开子集， a_1, \dots, a_n 是复平面上有限个点， f 是定义在 $U \setminus \{a_1, \dots, a_n\}$ 上的全纯函数，如果 γ 是一条把 a_1, \dots, a_n 包围起来的可求长曲线，但不经过任何一个 a_k ，并且其起点与终点重合，那么：

$$\oint_{\gamma} f(z) dz = 2\pi i \sum_{k=1}^n I(\gamma, a_k) \text{Res}(f, a_k) \quad (2-1)$$

如果 γ 是若尔当曲线，那么 $I(\gamma, a_k) = 1$ ，因此：

$$\oint_{\gamma} f(z) dz = 2\pi i \sum_{k=1}^n \text{Res}(f, a_k) \quad (2-2)$$

在这里， $\text{Res}(f, a_k)$ 表示 f 在点 a_k 的留数， $I(\gamma, a_k)$ 表示 γ 关于点 a_k 的卷绕数。卷绕数是一个整数，它描述了曲线 γ 绕过点 a_k 的次数。如果 γ 依逆时针方向绕着 a_k 移动，卷绕数就是一个正数，如果 γ 根本不绕过 a_k ，卷绕数就是零。

证明. 首先，由……

其次，……

所以，由定理 2.1 可知…… ■

有关公式与上下文间距的一些注意事项：请保证源码中的公式的环境（如 `\begin{equation}`）与上一段落不要有空行。否则，公式和上文段落之间会有额外的空白。

结 论

本文采用……（结论作为学位论文正文的最后部分单独排写，但不加章号。结论是对整个论文主要结果的总结。在结论中应明确指出本研究的创新点，对其应用前景和社会、经济价值等加以预测和评价，并指出今后进一步在本研究方向进行研究工作的展望与设想。结论部分的撰写应简明扼要，突出创新性。）

参考文献

- [1] Takahashi T, Hayashi N, Hayashi S. Structure and properties of shape-memory polyurethane block copolymers[J]. Journal of Applied Polymer Science, 1996, 60(7): 1061-1069.
- [2] Xia M, Chen B, Gang Z, et al. Analysis of Affective Characteristics and Evaluation of Harmonious Feeling of Image Based on 1/f Fluctuation Theory[C]. Developments in Applied Artificial Intelligence, International Conference on Industrial and Engineering, Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems, Iea/aie 2002, Cairns, Australia, June 17-20, 2002, Proceedings. 2002: 780-789.
- [3] 姜锡洲. 一种温热外敷药的制备方法: 881056078[P]. 中国. 1983-08-12.
- [4] 毛峡. 情感工学破解“舒服”之谜[J]. 科技文萃, 2000(7): 157-158.
- [5] 冯西桥, 何树延. 核反应堆管道和压力容器的 LBB 分析[J]. 力学进展, 1998, 28(2): 198-217.
- [6] 姜敏, 彭少贤, 酆华兴. 形状记忆聚合物研究现状与发展[J]. 现代塑料加工应用, 2005, 17(2): 53-56.

附录 A

费马大定理的证明

关于此, 我确信已发现了一种美妙的证法, 可惜这里空白的地方太小, 写不下。

附录 B

Maxwell Equations

因为在柱坐标系下， $\bar{\mu}$ 是对角的，所以 Maxwell 方程组中电场 \mathbf{E} 的旋度所以 \mathbf{H} 的各个分量可以写为：

$$H_r = \frac{1}{i\omega\mu_r} \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \quad (\text{B-1a})$$

$$H_\theta = -\frac{1}{i\omega\mu_\theta} \frac{\partial E_z}{\partial r} \quad (\text{B-1b})$$

同样地，在柱坐标系下， $\bar{\epsilon}$ 是对角的，所以 Maxwell 方程组中磁场 \mathbf{H} 的旋度

$$\nabla \times \mathbf{H} = -i\omega\mathbf{D} \quad (\text{B-2a})$$

$$\left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rH_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}} = -i\omega\bar{\epsilon}\mathbf{E} = -i\omega\epsilon_z E_z \hat{\mathbf{z}} \quad (\text{B-2b})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rH_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} = -i\omega\epsilon_z E_z \quad (\text{B-2c})$$

由此我们可以得到关于 E_z 的波函数方程：

$$\frac{1}{\mu_\theta\epsilon_z} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial E_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{\mu_r\epsilon_z} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 E_z}{\partial \theta^2} + \omega^2 E_z = 0 \quad (\text{B-3})$$

附录 C

要求

有些材料编入文章主体会有损于编排的条理性和逻辑性，或有碍于文章结构的紧凑和突出主题思想等，这些材料可作为附录另页排在参考文献之后，也可以单编成册。下列内容可作为附录：

1. 为了整篇论文材料的完整，但编入正文有损于编排的条理性和逻辑性的材料，这一类材料包括比正文更为详尽的信息、研究方法和技术等更深入的叙述，以及建议可阅读的参考文献题录和对了解正文内容有用的补充信息等；
2. 由于篇幅过大或取材的复制资料不便于编入正文的材料；
3. 不便于编入正文的罕见珍贵资料；
4. 一般读者无须阅读，但对本专业同行有参考价值的资料；
5. 某些重要的原始数据、推导、计算程序、框图、结构图、注释、统计表、计算机打印输出件等；

C.1 一级标题

C.1.1 二级标题

致 谢

本论文的工作是在导师……

对学位论文的编写或相关工作的开展等给予帮助的组织和个人宜致谢，包括：

——国家自然科学基金，资助研究工作的奖学金基金，合同单位，资助或支持的企业、组织或个人；

——协助完成研究工作和提供便利条件的组织或个人；

——在研究工作中提出建议和提供帮助的人；

——给予转载和引用权的资料、图片、文献、研究思想和设想的所有者；

——其他应感谢的组织和个人。

作者简历及在学研究成果

一、主要教育经历/工作经历（从大学起，到硕士入学止）

起止年月	学习或工作单位	备注
XXXX 年 XX 月至 XXXX 年 XX 月	在 XXXX 学校 XXXX 专业攻读学士学位	
XXXX 年 XX 月至 XXXX 年 XX 月	在 XXXX 单位从事 XXXX 岗位工作	
XXXX 年 XX 月至 XXXX 年 XX 月	在 XXXX 学校 XXXX 专业攻读硕士学位	

二、在学期间从事的科研工作

- (1) 参与 XXXX 科研项目,主要负责 XXXX,时间:XXXX 年 XX 月-XXXX 年 XX 月。
- (2) 参与 XXXX 课题研究, 主要工作包括 XXXX。

三、在学期间所获的科研奖励

- (1) XXXX 奖学金/XXXX 奖励, XXXX 年。

四、在学期间发表的论文

- [1] 作者 1, 作者 2, 作者 3. 论文题目 [J]. 期刊名称, 年份, 卷 (期): 起止页码.
- [2] 作者 1, 作者 2, 作者 3. 论文题目 [J]. 期刊名称, 年份, 卷 (期): 起止页码.
- [3] 作者 1, 作者 2, 作者 3. 论文题目 [C]. 会议名称, 年份: 起止页码.

独创性说明

本人声明所提交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京科技大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

作者签名： _____ 日期： _____

关于论文使用授权的说明

本人完全了解北京科技大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。

(保密的论文在解密后应遵循此规定)

作者签名： _____ 导师签名： _____ 日期： _____

学位论文数据集

关键词 *	密级 *	中图分类号 *	UDC	论文资助
	公开			
学位授予单位名称 *		学位授予单位代码 *	学位类别 *	学位级别 *
北京科技大学		10008	学术学位	硕士
论文题名 *		并列题名		论文语种 *
				中文
作者姓名 *			学号 *	
培养单位名称 *		培养单位代码 *	培养单位地址	邮编
北京科技大学		10008	北京市海淀区学院路 30 号	100083
学科专业 *		研究方向 *	学制 *	学位授予年 *
论文提交日期 *	-			
导师姓名 *			职称 *	
评阅人			答辩委员会主席 *	
电子版论文提交格式：文本 ()；图像 ()；视频 ()；音频 ()；多媒体 ()；其他 ()				
推荐格式：application/msword；application/pdf				
电子版论文出版（发布）者		电子版论文出版（发布）地		权限声明
论文总页数 *	14			
共 33 项，其中带 * 为必填数据，为 22 项。				