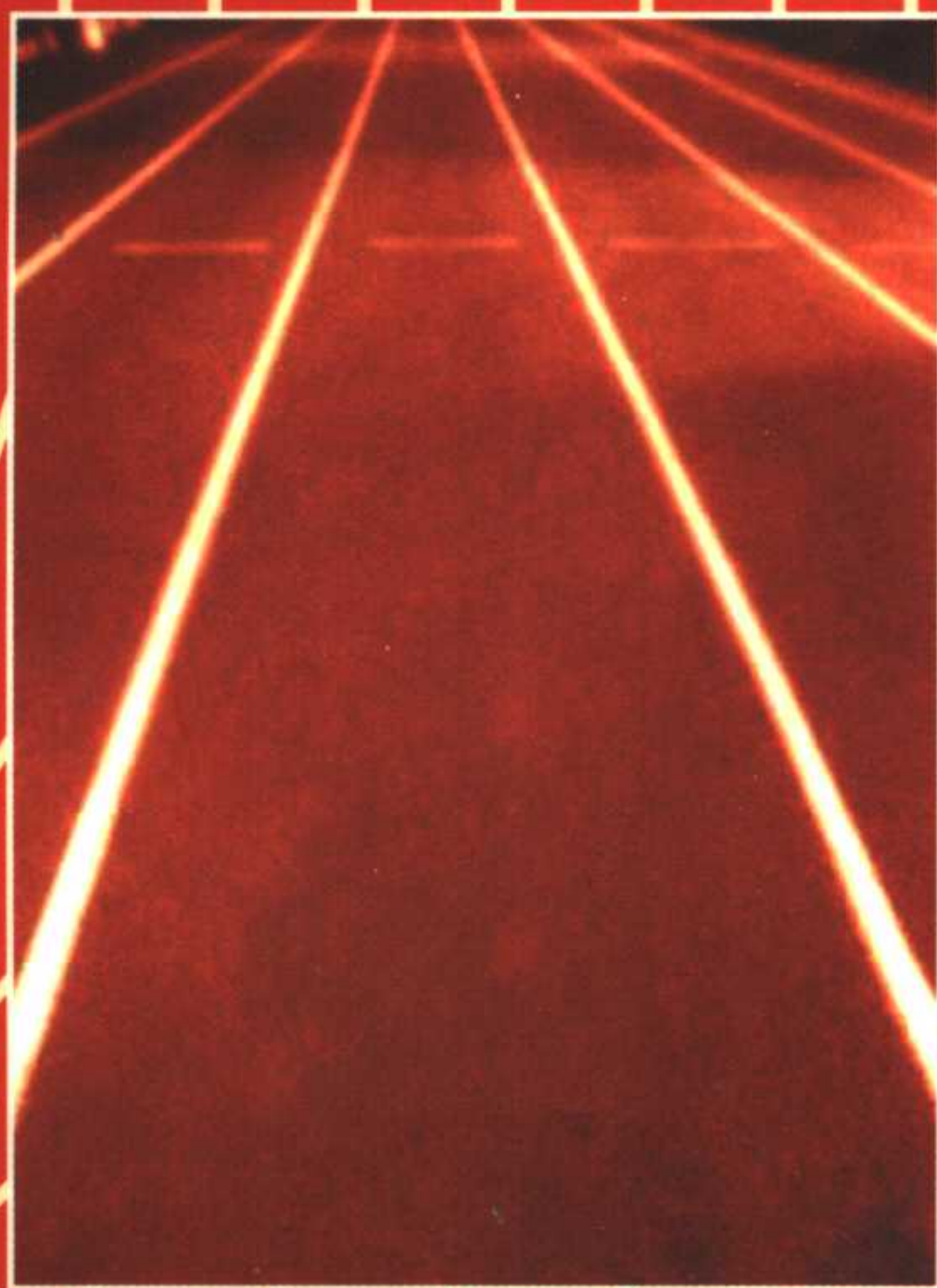


聚氨酯塑胶铺面材料

傅明源 孙酣经 傅进军 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

聚氨酯塑胶铺面材料

傅明源 孙酣经 傅进军 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

聚氨酯塑胶铺面材料/傅明源, 孙酣经, 傅进军编著.
北京: 化学工业出版社, 2003. 2
ISBN 7-5025-4310-4

I. 聚… II. ①傅…②孙…③傅… III. 聚氨酯-地
面材料 IV. TU532

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 004459 号

聚氨酯塑胶铺面材料

傅明源 孙酣经 傅进军 编著

责任编辑: 武志怡

文字编辑: 徐雪华

责任校对: 顾淑云

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 9 插页 1 字数 237 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4310-4/TQ·1684

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

聚氨酯铺面材料起源于 20 世纪 60 年代初。首先是美国 3M 公司于 1961 年用聚氨酯铺设了一条 200m 长的赛马跑道。因使用效果好，受到世界各国重视。1965 年德国正式生产塑胶跑道。1967 年在加拿大召开的泛美运动会上，开始用塑胶跑道。1968 年在墨西哥召开的 19 届奥林匹克运动会上，聚氨酯塑胶跑道被正式采用，得到国际奥委会的承认，并把塑胶跑道定为国际比赛的必备条件之一。此后，世界各国竞相铺设，日、意、英、法、瑞士和瑞典等国相继生产和铺设了塑胶跑道。

我国自 20 世纪 60 年代末在南宁昆明一带开始铺设小型跑道，后相继在北京、南京、上海等地铺设了塑胶跑道。80 年代全国各省会城市都铺设了聚氨酯塑胶跑道。之后，在我国又出现了篮球、排球、羽毛球、网球场铺设聚氨酯场地。20 世纪 90 年代初聚氨酯塑胶跑道场地又进入宾馆、饭店、办公室和家庭卧室及托儿所、幼儿园。

同时无污染的聚氨酯防水材、聚氨酯嵌缝材和聚氨酯防腐材料，在现代化的建筑业中，在南水北调和西气东输事业中大量应用。在我国，聚氨酯卷材和聚氨酯地板砖也正在研究开发试制中。

聚氨酯本身耐磨、耐油、耐天候老化，强力、硬度、伸长可调范围宽，弹性适宜，吸震性能好，是难得的适宜的铺面材料。

鉴于聚氨酯铺面材料如此之蓬勃发展之势，为适应人民生活水平和社会发展的需要，满足人们对聚氨酯塑胶的知识及应用的了解需求，将出版此书。

本书由傅明源、孙酣经、傅进军编著，傅华林、郭文丽参加编

写了聚氨酯塑胶跑道和聚氨酯防水材两章。书中各图都是傅华林绘制的。

由于我们的水平所限，错误难免，敬请读者批评指正。

编者

2002.9 月

内 容 提 要

本书以绿色产品理念介绍了双组分室温硫化聚氨酯塑胶的配方设计、合成工艺及用途。内容包括聚氨酯塑胶跑道，篮球、排球、网球等球场场地，聚氨酯卷材，聚氨酯地板，聚氨酯地板砖、聚氨酯防水材、聚氨酯嵌缝材及聚氨酯防腐材的合成、制作、地基基础建设及铺设施工工艺。

本书内容丰富、实用性强，可供从事聚氨酯生产、科研、加工应用的工程技术人员和技术工人使用。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 引言	1
第二节 国内外发展概况	3
第三节 聚氨酯铺面材的分类	5
一、田径场聚氨酯铺地材料	5
二、其他场所用聚氨酯铺地材料	5
三、聚氨酯卷材	6
四、聚氨酯地板砖	6
五、聚氨酯防水材	6
六、聚氨酯嵌缝材	6
第四节 聚氨酯铺面材料的特性	6
第二章 合成聚氨酯弹性体的化学反应和基础知识	8
第一节 合成聚氨酯弹性体的化学反应	8
第二节 异氰酸酯的反应特性	10
一、异氰酸酯的结构对反应活性的影响	10
二、二异氰酸酯缩聚反应和二异氰酸酯的自聚反应	12
第三节 多种多样含活泼氢化合物合成聚氨酯	13
第四节 合成聚氨酯弹性体的基础知识	15
一、合成不同结构的聚氨酯弹性体要求的反应温度不同	15
二、合成聚氨酯弹性体(PUR)反应速度的影响因素	16
三、常用的基本知识	18
第三章 聚氨酯铺面材料	24
第一节 聚氨酯铺面材料的合成特点	24
第二节 混合型聚氨酯铺面材料	24
一、聚氨酯铺面材料各项物理机械性能的要求	25
二、聚醚型聚氨酯浇注胶物性的影响因素	26
第四章 合成聚氨酯铺面材料的主要原材料	32

第一节	多异氰酸酯类	32
第二节	聚合物多元醇类	35
一、	聚环氧丙烷醚多元醇的合成方法	36
二、	聚环氧丙烷醚多元醇的生产	38
第三节	扩链硫化剂	42
一、	二胺类扩链硫化剂	42
二、	二醇和多醇类扩链硫化剂	45
第四节	催化剂	47
第五节	阻燃剂	49
一、	反应型阻燃剂	49
二、	添加型有机阻燃剂	50
三、	添加型无机阻燃剂	51
第六节	其他原材料	51
一、	增塑剂	51
二、	填料	51
三、	抗氧剂和紫外线吸收剂	52
四、	稀释剂	52
五、	吸水剂	53
六、	着色剂	53
七、	治毒剂	55
第五章	聚氨酯预聚体	56
第一节	国内外聚氨酯预聚体生产和应用情况	56
第二节	聚氨酯预聚体的种类	59
第三节	聚氨酯预聚体的合成、稳定性及合成聚氨酯预聚体的计算 公式	65
一、	聚氨酯预聚体的制备	65
二、	聚氨酯预聚体的贮存和稳定性	67
三、	合成预聚体的计算公式	68
第六章	田径场塑胶跑道的合成和铺设	70
第一节	聚氨酯塑胶跑道的优点和特性	70
第二节	国内外现代田径运动场地的形状和尺寸	71
一、	田径运动场的形式和建设要求	71
二、	半圆式田径跑道运动场地的规格尺寸及使用选择	73

三、小型田径跑道设计的选择	78
第三节 地基要求和施工	78
一、地基设计标准	78
二、塑胶跑道地基基础建造技术	79
三、塑胶跑道地基的要求和质量标准	80
四、路基配砂石层的施工要求质量标准	80
五、路基、基层碎石层的施工要求和质量标准	80
六、沥青混凝土黑色碎石层的施工要求及质量标准	80
七、基础结构	82
第四节 塑胶跑道用聚氨酯弹性体的合成	84
一、聚氨酯塑胶合成工艺	84
二、甲、乙两组分的合成	85
第五节 田径运动场地塑胶面层的设计铺设与施工	89
一、聚氨酯塑胶跑道面层的设计	89
二、聚氨酯塑胶跑道的颜色	90
三、聚氨酯塑胶跑道的使用寿命	91
四、聚氨酯塑胶跑道的铺设方法对提高运动队员成绩的影响的 探索	91
五、聚氨酯塑胶跑道的现场铺设	92
第六节 聚氨酯塑胶跑道验收标准	96
第七节 聚氨酯塑胶跑道的使用、维护与保养	97
一、使用	97
二、维护与保养	97
三、旧跑道的复新	98
四、复新聚氨酯塑胶跑道应注意的事项	99
第八节 塑胶跑道铺设实例	99
一、人员组成	99
二、跑道施工工艺及塑胶类型	99
三、施工工期安排	100
四、施工技术保护和质量保证措施	100
五、开工	104
六、竣工总结验收	104
七、塑胶铺设主要施工机械设备	104

八、工程质量保证措施	104
九、安全、文明、质量保证措施	105
十、塑胶跑道保修期及售后服务	106
十一、塑胶跑道的维护使用办法	106
十二、施工厂家需用户配合的内容	107
十三、混合型塑胶跑道铺设施工图片	107
第七章 聚氨酯塑胶跑道发展趋势	110
第一节 表面无颗粒聚氨酯塑胶跑道	110
一、现场压花法铺设塑胶跑道	110
二、表面压花预成型法	111
三、圆锥形胶粒摩擦层的制作	112
四、用大型旋转式硫化机加工三元乙丙印花卷材	113
五、慢回弹塑胶铺设的铅球场地	114
六、表面印花聚氨酯的维修与复新	114
第二节 摩擦层为颗粒包胶型聚氨酯塑胶跑道	114
一、PU 胶粒包胶的塑胶跑道	115
二、三元乙丙胶粒包胶的塑胶跑道	115
第三节 低成本聚氨酯塑胶跑道	115
第四节 国外几种新型铺设塑胶跑道的方法介绍	117
一、浇注弹性材料型	117
二、聚氨酯树脂黏合废旧橡胶黑胶粒型	118
三、复合系统型塑胶跑道	119
第八章 篮球、排球、羽毛球和网球场地聚氨酯塑胶的合成和铺设	120
第一节 篮球、排球、羽毛球和网球场地聚氨酯塑胶的合成	120
一、篮球、排球塑胶场地的合成	120
二、网球场地塑胶的合成	122
第二节 篮球、排球、羽毛球和网球场地地基基础	122
第三节 篮球、排球、羽毛球和网球场地塑胶的铺设	124
一、全塑型篮球、排球、羽毛球运动场地	124
二、混合型篮球、排球、羽毛球塑胶场地的铺设	124
三、网球塑胶场地的铺设	124
第九章 聚氨酯卷材	127
第一节 聚氨酯卷材塑胶胶料的合成	127

第二节 铺装用聚氨酯卷材	128
一、应用	128
二、制造工艺	129
第三节 装饰装修用聚氨酯卷材	130
一、应用	130
二、制作工艺	130
三、聚氨酯铺装材和装饰装修材的特性	132
第四节 聚氨酯人造地毯	132
一、聚氨酯人造地毯的尺寸	133
二、制作工艺	133
第五节 聚氨酯防水材	133
第十章 聚氨酯地板砖	135
第一节 合成聚氨酯地板砖的模具	136
第二节 聚氨酯地板砖的制作工艺	136
一、全塑型聚氨酯地板砖	136
二、混合型聚氨酯地板砖	137
三、复合型聚氨酯地板砖	137
四、颗粒型聚氨酯地板砖	137
五、施工型聚氨酯地板砖	137
第三节 聚氨酯地板砖的铺设工艺	138
一、全塑型、混合型和复合型地板砖的铺设	139
二、颗粒型地板砖的铺设	139
三、施工型地板砖的铺设	139
第十一章 聚氨酯塑胶地板	142
第一节 聚氨酯塑胶地板的特点	143
第二节 聚氨酯塑胶地板塑胶的合成	144
一、甲组分预聚体的合成	144
二、组合料或混合料的合成	145
第三节 聚氨酯塑胶地板的施工	146
一、室内塑胶地板的铺设	146
二、室外塑胶地板的铺设	146
三、聚氨酯塑胶地板的修补和复新	147
第十二章 聚氨酯防水材料	149

第一节	聚氨酯防水材料的分类	150
第二节	聚氨酯防水材料的合成	152
一、	单组分聚氨酯防水材料的合成	152
二、	双组分聚氨酯防水材料的合成	152
三、	催化剂的选择	153
第三节	聚氨酯防水材料的施工	153
一、	无溶剂无焦油多彩单组分聚氨酯防水材料的施工	153
二、	无溶剂无焦油多彩双组分聚氨酯防水材料的施工	154
三、	上面黏合铝箔的聚氨酯防水材料的施工	155
四、	几个主要术语	155
第四节	聚氨酯防水材料的物理性能	156
第十三章	其他聚氨酯铺面材料	161
第一节	聚氨酯嵌缝材料	161
一、	聚氨酯嵌缝材料所要求的特性	161
二、	合成聚氨酯嵌缝材料的工艺	161
三、	配方和物理性能	162
四、	聚氨酯嵌缝材料的应用和技术进展	163
第二节	聚氨酯防腐材料	165
一、	聚氨酯防腐材料的特性	165
二、	聚氨酯防腐材料的合成	166
第十四章	纳米技术在聚氨酯领域的应用前景	170
第一节	纳米技术	170
第二节	纳米粒子的优异性能	171
第三节	纳米技术在聚氨酯领域的应用前景	171
第十五章	聚氨酯弹性体原材料的化学分析	173
第一节	聚合物多元醇羟值的分析	173
第二节	酸值的分析	176
第三节	水分分析	177
第四节	异氰酸酯纯度分析	179
第五节	异氰酸酯中水解氯的分析	181
第六节	预聚物的分析	182
第七节	聚合物多元醇中不饱和度的测定	183
第十六章	聚氨酯原材料的分析	185

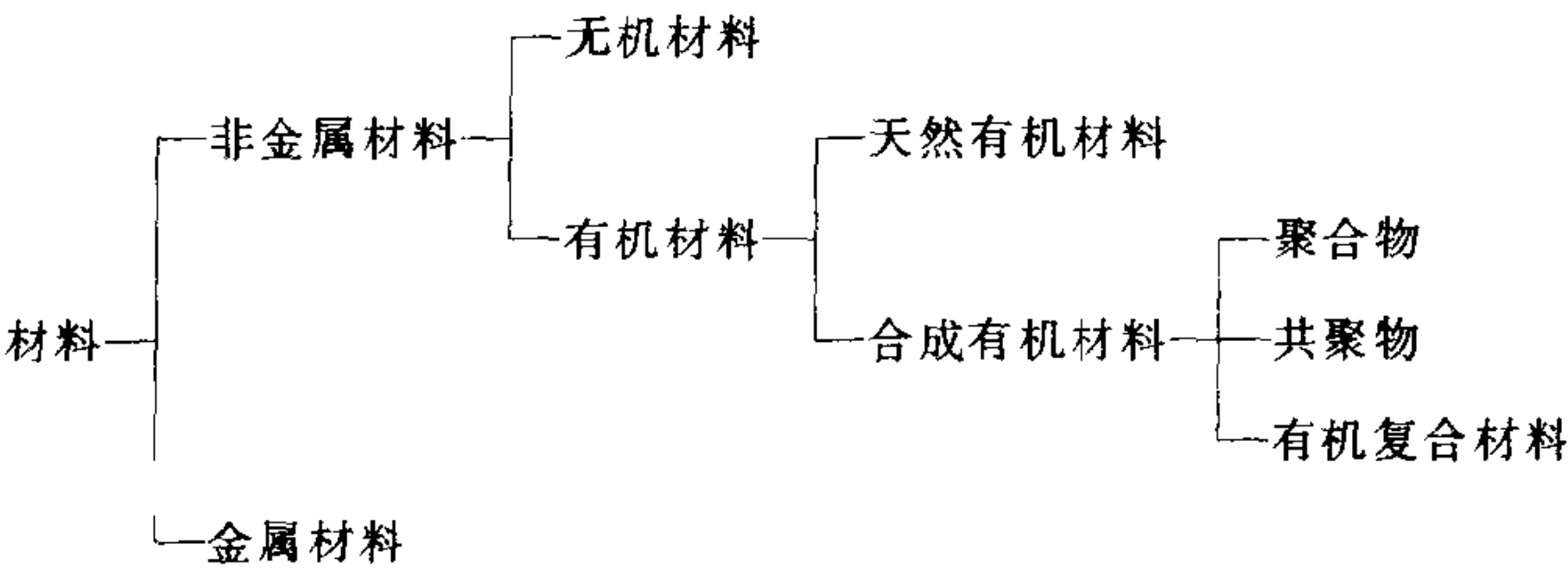
第一节 红外光谱分析技术	185
一、概述	185
二、以红外分光计测定 TDI 异构体的比率	192
三、聚氨酯中未反应的一NCO 基团的测定	194
四、聚氨酯弹性体中一NCO 基团的辅助快速红外光谱定量分析 方法	194
第二节 色谱分析技术	196
一、气液相色谱法	196
二、液体薄层色谱	196
第三节 热分析技术	198
第四节 核磁共振波谱技术	199
第五节 聚氨酯弹性体中各组分的鉴定方法	201
一、聚酯型聚氨酯的水解	202
二、聚醚型聚氨酯的水解	202
第六节 聚氨酯弹性体中存在的聚合物和其他元素的分析	203
一、聚氨酯弹性体中存在的聚合物的鉴定方法	203
二、聚氨酯弹性体中各种助剂的鉴定方法	203
第七节 以显色反应鉴定聚氨酯弹性体	205
第十七章 聚氨酯弹性体的工业卫生	206
第一节 聚氨酯弹性体工业生产中毒性的表现	206
一、聚氨酯弹性体工业生产的主要原料和致毒机理	206
二、多异氰酸酯的致毒表现	207
三、聚合物多元醇及辅助材料的致毒表现	209
四、胺类扩链剂的致毒表现	210
五、致毒的其他因素	210
第二节 聚氨酯弹性体工业生产中的卫生管理	211
附录一 体育竞赛场地规格	215
附录二 塑胶跑道 (GB/T 14833—93)	253
附录三 关于印发《中国田径协会合成材料面层田径场地验收办法》的 通知	263
附录四 本书中出现的英文缩略语一览表	268
主要参考文献	271

第一章 绪 论

第一节 引 言

21 世纪科学技术发展的前沿是生物、信息、材料，而材料是前两者的基础，特别是高新技术发展到一定阶段，材料成为主控的关键，每前进一步都依赖于新材料的突破。材料无所不在，无所不有，渗透到各个领域，新材料的应用已延伸至田径运动领域和各类铺面材料中。

材料意味着物质，通过物质体现其科学性和应用性。材料以其本身物质的特性，可作如下分类：



铺设田径运动场地材料和其他各类铺面材料，是利用聚氨酯复合材料来完成的。这就需要对聚氨酯反应原理和添加物进行探索。

合成聚氨酯的反应是氢转移的逐步聚合反应，反应速度、反应的完全程度与反应温度，反应所用催化剂的品种、数量及反应的时间有着直接关系。此反应是放热反应，所以反应一旦开始，就将继续进行，这是第一个特点。第二个特点是所有聚氨酯制品都要进行陈化阶段的反应，使物性提高，见表 1-1。

后硫化阶段所起到的物理化学变化：一是在一定的温度下，经过一段时间的放置，制品的熵值变小，物性提高。二是使所有剩余—NCO 都反应完毕，物性提高。

表 1-1 后硫化（也叫陈化）对 Texin 型 TPUR 性能的影响

测 试 项 目	测 试 数 据	
	第 1 组	第 2 组
后硫化(陈化)前		
硬度(邵尔 A)	85	95
拉伸强度/MPa	30	27
伸长率/%	660	450
压缩变形(70℃×22h)/%	50	51
后硫化(陈化)(110℃×24h)		
硬度(邵尔 A)	85	95
拉伸强度/MPa	33	31
伸长率/%	600	400
压缩变形(70℃×22h)/%	28	35

注：TPUR 胶的合成原料为己二酸、乙二醇合成的聚酯二醇/MDI/1,4-丁二醇。

聚氨酯塑胶铺地材料是室温铺设，室温硫化。在铺设时有一定的流平性和铺设时间，铺设时物料的黏度逐步增加，铺设加工后制品逐步成为固体。这一点是其他高分子复合材料不可比拟的。所以当今世界发达国家大量铺设塑胶跑道和其他运动场地。我国聚氨酯塑胶铺地材也发展得很快。据不完全统计，我国自 2001 年以来，聚氨酯塑胶铺地材需求量成倍地增加。据 2001 体育商鉴报道，全国有 100 多家可铺设田径场地的厂家。

聚氨酯弹性体是所有弹性体中比较特殊的一大类，其原料品种繁多，施工配方多种多样，加工形式多种多样，制品的各种性能可调范围宽。如聚氨酯印刷胶辊邵尔 A 硬度最低达 10~20，高冲击弹性材料可达邵尔 D85；聚氨酯塑胶跑道要求拉伸强度 0.7MPa，而增强的反应成型（RRIM）的制品拉伸强度可达 100MPa 以上。所以聚氨酯弹性体的性能范围很宽，是由橡胶到塑料的一类特殊高分子材料，但某些性能又高于橡胶和塑料。

聚氨酯弹性体的加工方法多种多样，可以是塑料的加工方法，如热塑、热注、压延、吹塑；可以是橡胶的加工方法，如塑炼、混炼、打三角包、出片、加热加压硫化；可以是液体浇注，也可以是液体涂覆、喷涂、刮涂、辊涂；可以贴胶擦胶；可以反应注射成型

(RIM) 和增强的反应注射成型；也可以进行互穿网络反应 (INP) 成型。所以在加工成型上，聚氨酯弹性体可以用塑料成型加工设备，也可以用橡胶、涂料、胶黏剂的成型加工设备。并且聚氨酯弹性体在邵尔 A 硬度超过 80 时，仍有较大的伸长率，而天然橡胶制品这时伸长率几乎等于零。所以聚氨酯弹性体可取代许多塑料和橡胶的应用，同时还有许多难能可贵的加工性能和物理机械性能，有些物性和加工应用还待我们努力研究和开发。

凡是带有活泼氢的单体或聚合物都能同多异氰酸酯反应，生成聚氨酯弹性体，如聚丙烯酸酯具有很好的耐紫外线性能，现在已经带入到聚氨酯弹性体中，改善聚氨酯耐紫外线的性能；有机硅聚合物也带入到聚氨酯弹性体中，改善了聚氨酯弹性体的耐热老化性能等等。凡此种种，只要原料上带有活泼氢（包括单体和聚合物），都能嵌入聚氨酯弹性体的主链或侧链上去，使应用领域更广，带来丰硕的经济效益和社会效益。

第二节 国内外发展概况

1937 年德国化学家 otto Bayer 发现了异氰酸酯与活泼氢化合的聚合反应，从而建立了聚氨酯化学反应的基础。

20 世纪 40~50 年代，德国人制取了聚氨酯胶黏剂、聚氨酯混炼胶 (MPUR) 和聚氨酯浇注胶 (CPUR)，其商品名称为 VulKallan。同时还开发了聚氨酯泡沫塑料。

20 世纪 60 年代以来，在德、美、日等国家，聚氨酯浇注胶 (CPUR)、聚氨酯热塑胶 (TPUR)、聚氨酯泡沫塑料、聚氨酯铺装材料、聚氨酯胶黏剂和聚氨酯涂料等相继形成工业化生产。70 年代出现了聚氨酯反应注射成型 (RIM) 和增强的反应注射成型 (RRIM) 的加工成型方法和水性聚氨酯的合成和应用。聚氨酯合成材料已向多品种、系列化发展，合成和加工工艺已向连续化、自动化和高速化的方向发展。

20 世纪 70 年代末 80 年代初，聚氨酯的品种和牌号已超过 300 个，其中 RIM 系列品种、水性聚氨酯、高弹性聚氨酯泡沫塑料、

单组分涂料和胶黏剂、聚氨酯粉末涂料、聚氨酯铺面材料、聚氨酯防水材料、聚氨酯卷材和地板材、聚氨酯嵌缝材料和地板砖等系列，都以新的面貌争相出现。

聚氨酯的合成和加工，已普遍采用自动化浇注和由电子计算机控制的自动计量→混合→成型一体化的工艺。近年来，室温硫化加工大量用在聚氨酯铺面材上。

合成聚氨酯的反应是氢转移的逐步聚合反应，这给室温硫化聚氨酯铺面材一定的时间进行铺面成型工作，保证铺面材铺设得密实、平整和达到要求的倾斜度，且美观大方也有了保证。所以自20世纪60年代初，聚氨酯铺面材在塑胶跑道上铺设应用成功并得到世界认可以来，不但发展到篮球、排球、羽毛球、网球场地的铺设，且发展到托儿所、幼儿园、宾馆、饭店门厅、微机室、图书馆地面和老年人居室的铺设。进而发展制出了聚氨酯卷材、聚氨酯地板材、聚氨酯地板砖、聚氨酯防水材、聚氨酯嵌缝材和聚氨酯灌封材料等系列产品。

早在1961年美国明尼苏达采矿制造公司（即3M公司）就用聚氨酯材料铺设了一条200m的赛马跑道，1963年又铺了一条跑道，由于效果好，得到各国的重视。1965年德国正式生产铺设塑胶跑道。1967年在加拿大召开的泛美运动会上开始采用塑胶跑道。1968年，在墨西哥召开的19届奥林匹克运动会上，聚氨酯塑胶跑道被正式采用，得到国际奥委会的承认。此后，国际奥委会就正式把塑胶跑道定为国际比赛的必备条件之一。在这种情况下，世界各国竞相铺设。日本、意大利、英国、法国、美国、瑞士、瑞典相继生产和铺设了聚氨酯塑胶跑道。

我国在1969~1971年由河北保定橡胶厂和化工部太原化工研究所共同研制和开发了聚氨酯塑胶跑道，在南宁和昆明一带铺设；同时某大学用聚酯型聚氨酯在天津市进行了铺设，因聚酯不耐水，太阳照射下，表面始终发黏，结果以失败告终；1979年，我国在北京体育馆铺设了4500m²聚氨酯塑胶跑道；1994年，北京新建总政八一体工大队应用国产聚氨酯塑胶在田径馆铺设了一个面积