

沈春林 李 芳 编著
苏立荣 杨炳元

聚氨酯 防水材料



 中国标准出版社

聚氨酯防水材料

沈春林 李芳 苏立荣 杨炳元 编著

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

聚氨酯防水材料/沈春林等编著. —北京: 中国标准出版社, 2007

ISBN 978-7-5066-4470-9

I. 聚… II. 沈… III. 聚氨酯-建筑材料: 防水材料
IV. TU57

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 055817 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 14.25 字数 418 千字

2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月第一次印刷

*

定价 34.00 元 .

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68533533

前 言

材料是现代科学技术和社会发展的基础,尤其是在高新技术发展到一定阶段,材料已成为关键。

聚氨酯防水材料是建筑防水材料中一个重要组成部分,其性质属于功能性材料。我国从 20 世纪 50 年代开始应用沥青油毡以来,沥青防水材料一直是我国建筑防水材料的主导产品,随着现代科学技术的高速发展,我国生产的建筑防水材料的品种和质量有了突破性的进展。目前建筑防水材料除了传统的沥青类防水材料外,已向高聚物改性沥青防水材料、合成高分子防水材料方向发展,聚氨酯防水材料是合成高分子防水材料的一个重要的组成部分,品种有聚氨酯防水涂料、聚氨酯堵漏止水材料、聚氨酯防水密封材料以及聚氨酯防水保温材料等。

建筑业是国民经济的一个重要组成部分,而建筑防水材料则是建筑业重要的物质基础。建筑防水材料的性能、质量,将直接影响到建筑工程的结构形式和施工方法,许多建筑和构筑物的质量在很大程度上取决于正确选择和合理使用防水材料。聚氨酯防水材料的科学研究及其采用先进的生产工艺进行材料制备,对提高防水材料的质量,具有十分重要的意义。为了促

进我国聚氨酯防水材料科研、生产和施工,我们经过数年的努力,在众多的建筑防水材料中选入了一部分材料,以大类品种为单元,以配方设计、生产工艺以及施工为主线,编写了这本《聚氨酯防水材料》。

《聚氨酯防水材料》主要以现行防水材料标准、施工规范、相关学术著作和工具书、产品说明书、报刊资料数据及笔者长期工作总结为依据,按照聚氨酯防水材料的类别,系统地介绍了聚氨酯防水材料在建筑防水工程领域中的具体应用。对聚氨酯防水材料的生产 and 施工做了较为详尽的介绍。本手册具有一定的理论深度和较强的实用性。对从事防水材料科研、开发及生产的工程技术人员有一定的参考价值。

笔者在编写本手册的过程中,参考了许多学者的著作文献及工具书,标准资料,并得到了许多单位和同仁的支持和帮助,在此对有关作者、编者致以诚挚的谢意,并衷心地希望继续得到各位同仁广泛的帮助和指正。

本手册由沈春林、李芳、苏立荣、杨炳元合作编写,并由苏州非金属矿工业设计院防水材料设计研究所沈春林教授级高级工程师定稿总成。由于所掌握的资料和信息不够全面,加之编者水平有限,故书中肯定存在着许多不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 11 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 材料、建筑材料和建筑防水材料	1
一、材料、高分子材料	1
二、建筑材料、建筑防水材料	4
第二节 聚氨酯材料	6
一、聚氨酯化学	7
二、聚氨酯的合成方法	41
三、聚氨酯材料的系列制品	43
四、聚氨酯的发展简史	45
第三节 聚氨酯防水材料	47
第二章 基本原料	51
第一节 异氰酸酯单体	52
一、异氰酸酯的命名、分类和主要品种	52
二、异氰酸酯的合成方法	59
三、异氰酸酯的工业生产	70
四、重要的异氰酸酯单体及其制备	75
五、多异氰酸酯的改性产物	104
六、异氰酸酯的毒性数据	109
第二节 有机多元醇化合物	110
一、聚醚多元醇	111

二、聚酯多元醇	137
三、蓖麻油及其他活性氢化物	147
第三章 添加剂	149
第一节 助剂	149
一、催化剂	149
二、扩链剂和交联剂	162
三、表面活性剂	174
四、发泡剂	176
五、阻燃剂	184
六、其他助剂	198
第二节 颜料、填料	205
一、颜料	205
二、填料	221
三、触变剂	223
第三节 溶剂	224
一、溶剂的性质	224
二、溶剂的品种及分类	225
三、溶剂的选择	230
第四章 聚氨酯防水涂料	238
第一节 聚氨酯防水涂料概述	238
一、聚氨酯防水涂料的化学反应	239
二、聚氨酯防水涂料的分类	241
三、聚氨酯防水涂料的性能指标	242
第二节 聚氨酯防水涂料的主要组成	245
一、多异氰酸酯类化合物	246
二、多元醇聚合物	247

第三节 聚氨酯防水涂料的制备	248
一、聚氨酯防水涂料的基本制备方法	248
二、聚氨酯防水涂料产品举例	252
三、配方	262
第四节 聚氨酯防水涂料的试验方法	277
一、试验设备	277
二、试件制备	278
三、性能试验	279
四、检验规则	284
第五节 聚氨酯防水涂料的施工	285
第六节 水性聚氨酯	289
一、水性聚氨酯的分类和特性	289
二、水性聚氨酯制备用原料	290
三、水性聚氨酯的制备	294
四、水性聚氨酯涂料的制备	299
五、水性聚氨酯涂料的应用和发展趋势	300
第五章 聚氨酯堵漏止水材料	302
第一节 聚氨酯注浆材料	302
一、注浆及聚氨酯注浆材料	302
二、非水溶性聚氨酯(PM 型浆液)	305
三、水溶性聚氨酯(SPM 型浆液)	313
四、弹性聚氨酯	320
第二节 遇水膨胀橡胶材料	321
一、遇水膨胀橡胶材料的类型	321
二、遇水膨胀橡胶的技术性能要求	322
三、遇水膨胀橡胶的生产工艺	324
四、影响体积膨胀倍率的主要因素	326

第六章 聚氨酯防水密封材料	330
第一节 概述	330
一、密封材料的概念	330
二、聚氨酯密封胶的特点及适用范围	331
三、聚氨酯密封胶的分类	332
四、主要技术性能指标	332
第二节 主剂结构及组分	336
一、主剂的结构特征	336
二、组分	339
第三节 聚氨酯密封胶的制备	350
一、预聚体的制备	350
二、聚氨酯密封胶的生产制备过程和工艺	351
三、配方	352
四、聚氨酯密封胶的底涂料体系	369
第四节 聚氨酯密封胶的检验	371
一、试验基材	371
二、试件的制备	372
三、性能检验	372
四、检验规则	387
第五节 聚氨酯密封胶的施工	388
一、施工工艺	388
二、施工机具	389
三、施工方法及注意事项	389
第六节 聚氨酯泡沫填缝剂	391
第七章 聚氨酯防水保温材料	393
第一节 概述	393

第二节 性能及防水保温机理·····	395
一、硬质聚氨酯防水保温材料的性能·····	395
二、影响聚氨酯硬泡体性能的因素·····	395
三、节约能源·····	398
四、聚氨酯硬泡体的防水保温机理·····	399
第三节 聚氨酯硬泡体的合成原理及组成·····	400
一、聚氨酯硬泡制品的合成原理·····	400
二、聚氨酯硬泡体的组成·····	401
第四节 聚氨酯硬泡的成型工艺·····	408
一、聚氨酯硬泡基本生产方法的类型·····	408
二、生成聚氨酯硬泡体的基本方法·····	409
三、聚氨酯硬泡的喷涂成型·····	409
四、配方·····	411
第五节 硬质聚氨酯防水保温材料的设计与施工·····	415
一、聚氨酯硬泡体防水保温工程的设计·····	415
二、聚氨酯硬泡体防水保温工程的施工·····	429
第六节 聚脲涂料·····	432
一、聚脲的结构和特性·····	432
二、聚脲的组分·····	433
三、聚脲涂膜防水的设计·····	435
参考文献·····	436

第一章 绪 论

第一节 材料、建筑材料和建筑防水材料

一、材料、高分子材料

1. 材料

材料是指具有能满足指定工作条件下使用要求的形态和物理性状的一类物质,材料是人类赖以生存的物质基础。

材料是和一定的用场相联系的,其可由一种或几种物质构成。同一种物质,亦应其制备方法或加工方法的不同,可成为使用场合各异的不同类型的材料。由化学物质或原料转变为适用于一定用途的材料,其转变过程称之为材料化过程或称为材料工艺过程,聚合物材料中的各种成型加工过程,都属于材料化过程。

构成材料的品种繁多,为了研究、使用的方便,人们常从不同的角度对材料进行分类,其分类方法最常用的是按材料的化学成分和使用功能及使用领域进行分类。

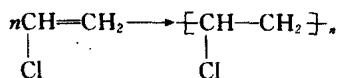
材料依其化学成分一般可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类。金属材料可分为黑色金属材料 and 有色金属材料。非金属材料可分为无机非金属材料 and 有机非金属材料。复合材料则可以再分为金属-金属复合材料;非金属-非金属复合材料,金属-非金属复合材料等几类。材料依其使用功能可分为结构材料、功能材料等。材料依其使用领域可分为建筑材料、医用材料、电子材料、研磨材料、耐火材料、耐蚀材料等。

2. 高分子材料

高分子材料是非金属材料的一个重要组成部分。高分子又称聚合物、高分子化合物、高聚物,是天然高分子和合成高分子化合物的总称。高分子化合物品种繁多、应用广泛,存在普遍的物质,如自然界的蛋白质、淀粉、纤维、人工合成的塑料、橡胶、合成纤维等。这类物质之所以称为高分子,其特点是分子量较高,常见的高分子其分子量一般在 $10^3 \sim 10^7$ 之间,其分子是由千百万个原子彼此以共价键(少量高分子也以离子键)相连而组成。

高分子材料其分子量虽大,原子虽多,但其结构却有规律性,一般是由一种(均聚物)或几种(共聚物)简单的化合物经过不断的重复而组成聚合物的。根据分子量大小的不同,可以把聚合物分为齐聚物、低聚物和高聚物。重复单元的仅为一种的称为均聚物,分子内包含两种或两种以上重复单元的称为共聚物。

高分子聚合物通常把合成聚合物所用的低分子原料称之为单体,由单体经化学反应形成聚合物的过程称为聚合反应,许多相同的小分子聚合成线型大分子,像一条长长的链,称这种链状分子为“分子链”,其中每个重复结构单元称为链节。如以防水材料中的聚氯乙烯(PVC)是以氯乙烯为原料聚合而成的:



在此 $\left[\text{CH}_2-\text{CHCl} \right]_n$ 是聚氯乙烯的结构式,它表示其分子是由 n 个基本结构单元 $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$ 重复连接而成,所以其结构单元又称重复结构单元, n 代表重复结构单元的数目,又称聚合度,简称 $\overline{\text{DP}}$ 。氯乙烯的结构单元与单体的原子种类和原子数目完全相同,故其结构单元又可称为单体单元。但对于由两种单体经过反应得到的缩聚物,其重复结构单元是由两种结构单元组成,其结构单元与单体的组成不完全相同,不能称为单体单元。因此在某些情况下,重复结构单元=链

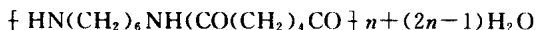
节 ≠ 基本结构单元。

对于线型高分子,聚合物的分子量等于聚合度 $\overline{DP}$ (或链节 n)和重复单元式量 M_0 的乘积:

$$M = \overline{DP} \cdot M_0 = n \cdot M_0$$

在这类聚合物中,重复单元、结构单元、单体单元是相同的。

有的高分子聚合物,基本结构单元与重复结构单元不同,例如由己二胺和己二酸缩聚制得的聚酰胺:



聚合物主要用作材料,根据制成材料的性质和用途习惯上可将聚合物分为塑料、橡胶、纤维三大类,即平时我们常说的三大合成材料。现也有加上涂料、黏合剂分为五大类。按聚合物的功能又可分为通用高分子材料,特殊高分子材料,功能高分子材料。根据聚合物生成反应或聚合物结构,可将聚合物分为线型聚合物、接枝共聚物、嵌段共聚物(又称镶嵌共聚物)、网状聚合物等。从高分子化学角度来看,一般以有机化合物分类为基础,根据主链结构,可将聚合物分成碳链聚合物,杂链聚合物和元素有机聚合物三大类。碳链聚合物大分子主链完全由碳原子组成,绝大部分烯类和二烯类聚合物属于这一类,如聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等。杂链聚合物大分子主链中除碳原子外,还有氧、氮、硫等杂原子,如聚氨酯、聚醚、聚酯、聚酰胺、聚硫橡胶等。这类大分子中都有特征基团,它们在建筑防水材料中多应用于防水涂料、堵漏止水材料、密封材料、胎体材料。元素有机聚合物大分子主链中没有碳原子,主要由硅、硼、铝和氧、氮、硫、磷等原子组成,但其侧基则由有机基团组成,如甲基、乙基、乙烯基、芳基等,有机硅橡胶就是其典型的例子。

二、建筑材料、建筑防水材料

1. 建筑材料

建筑材料是依据材料的使用领域进行分类得出的一个类别。

建筑材料是建筑物和构筑物所用的全部材料及其制品的总称。建筑材料是一切建筑工程的物质基础。构成建筑材料的品种繁多,如水泥、砂石、钢材、混凝土、砂浆、砌块、预构件、涂料、玻璃等。为了研究、使用的方便,人们常从不同的角度对建筑材料进行分类,其分类最常用的亦是按材料化学成分和使用功能分类,参见图 1-1。

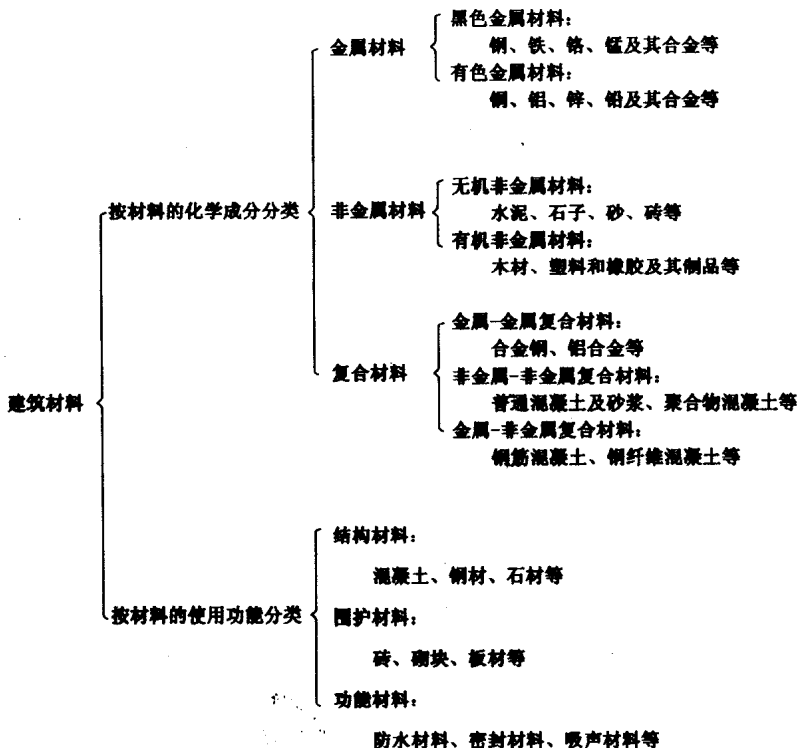


图 1-1 建筑材料的分类

建筑材料按其使用功能则可以分为结构材料、围护材料和功能材料等三类,结构材料主要是指利用其力学性能,构成建筑物受力构件和结构所用的材料,如混凝土、钢材、石材等材料。围护材料是指用于建筑物围护结构的材料,如墙体、门窗等部位使用的砖、砌块、板材等材料,功能材料主要是指利用其特殊的物理性能,制造的能担负某些建筑功能的非承重用材料,如建筑防水材料、建筑密封材料、吸声隔热材料、建筑装饰材料等。

2. 建筑防水材料

建筑防水材料是指应用于建筑物和构筑物中起着防潮、防漏、保护建筑物和构筑物及其构件不受水浸蚀破坏作用的一类建筑材料。

建筑防水材料的防潮作用是指防止地下水或地基中的盐分等腐蚀性物质渗透到建筑构件的内部,防漏作用是指防止雨水、雪水从屋顶墙面或混凝土构件的接缝之间渗漏到建筑构件内部以及蓄水结构内的水向外渗漏和建筑物、构筑物内部相互止水。建筑防水材料是各类建筑物和构筑物不可缺少的一类功能性材料,是建筑材料的一个重要的组成部分。目前已广泛应用于工业与民用建筑、市政建设、地下工程道路桥梁、隧道涵洞等领域。

随着现代科学技术(尤其是高分子材料)的高速发展,高分子聚合物改性沥青、丙烯酸酯、聚氨酯、聚硅氧烷等合成高分子材料已在建筑防水材料工业中得到了广泛的应用,一大批新型建筑防水材料产品已得到了开发和广泛的应用。在防水混凝土、防水砂浆、瓦材等无机刚性防水材料中亦引入了丙烯酸酯,有机硅等大量的高分子材料,目前这些新型防水材料产品已在工程应用中取得了较好的效果。目前我国已基本上发展成门类齐全、产品规格档次配套、工艺装备开发已经初具规模的防水材料生产工业体系。许多新型建筑防水材料已逐步向国际水平靠拢。在品种上改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、高聚物改性沥青防水涂料,合成高分子防水涂料,合成高分子防水密封材料、刚性防水和堵漏止水材料等一系列国际上有的防水材料,我国基本上都已具备。国产

的建筑防水材料已能基本上保证了国家重点工程,工农业建筑,市政设施到民用住宅等建筑工程对高、中、低不同档次防水材料的使用要求。

(一) 建筑防水材料的共性要求

建筑物和构筑物的防水是依靠具有防水性能的材料来实现的,防水材料质量的优劣直接关系到防水层的耐久年限。建筑防水材料的共性要求如下:

1. 具有良好的耐候性,对光、热、臭氧等应具有一定的承受能力;
2. 具有抗水渗透和耐酸碱性能;
3. 对外界温度和外力具有一定的适应性,即材料的拉伸强度要高,撕裂延伸率要大,能承受温差变化以及各种外力与基层伸缩、开裂所引起的变形;
4. 整体性好,既能保持自身的粘结性,又能与基层牢固粘结,同时在外力作用下,有较高的剥离强度,形成稳定的不透水整体。

(二) 建筑防水材料的类别

随着现代科学技术的发展,建筑防水材料的品种、数量越来越多,性能各异。

建筑防水材料从性能上一般可分为柔性防水材料和刚性防水材料两大类。柔性防水材料主要有防水卷材,防水涂料等,刚性防水材料主要有防水砂浆,防水混凝土等。

依据建筑防水材料的外观形态,一般可将建筑防水材料分为防水卷材、防水涂料、防水密封材料、刚性防水和堵漏材料等四大系列。这四大类材料又根据其组成不同可划分为上百个品种。

第二节 聚氨酯材料

在高分子结构主链上含有许多氨基甲酸酯基团($-\text{NHCOO}-$)的聚合物,国际上将其称之为 Polyurethane,在我国的一些资料上将其译

为聚氨基甲酸酯。

聚氨基甲酸酯简称为聚氨酯,是由二元或多元异氰酸酯基(即—NCO基)化合物与二元或多元活泼氢的化合物(如含羟基、氨基、酯类等的化合物)发生作用而成的一类高分子化合物的总称。该类高分子化合物的分子结构组成中因含有相当数量的氨酯键,故名聚氨酯。

一、聚氨酯化学

聚氨酯的合成反应以及产品的表现形式各异,但聚氨酯化学的基础则均是围绕异氰酸酯的独特化学特性展开的。

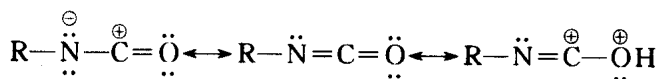
(一) 异氰酸酯的反应性

1. 异氰酸酯的结构特性及亲核反应机理

分子中含有—NCO(异氰酸酯基)结构的化合物称之为异氰酸酯。有机异氰酸酯化合物是具有含有高度不饱和键的异氰酸酯基团(—NCO,结构—N=C=O)的,其化学活性主要表现在特性基团—NCO基团上,该基团具有重叠双键排列的高度不饱和键结构,因而它能与各种含活泼氢的化合物进行反应,其化学性质极其活泼。

异氰酸酯具有极高的反应活性,尤其是对亲核化合物的反应活性更大,其主要原因是由含有氮、碳及氧的积累双键区中碳原子的正电特性所决定的。对于异氰酸酯基所具备的高反应活性能力,Baker 等人提出了异氰酸酯基团的电子共振理论,认为由于异氰酸酯基的共振作用,使其电荷分布不均,产生亲核中心及亲电中心的正碳原子所致。

异氰酸酯基团的电荷分布如下:



在该特性基团中,氮(N)、碳(C)和氧(O)三个原子的电负性顺序为 $\text{O} > \text{N} > \text{C}$,因此,在氮原子和氧原子周围的电子云密度增加,其电负性较大,—NCO 基团的氧原子电负性最大,是亲核中心,可吸引含活泼