



喷涂聚脲 防水涂料

沈春林 主编



化学工业出版社

喷涂聚脲防水涂料



www.cip.com.cn

读科技图书 上化工社网

销售分类建议：建筑材料

定价：35.00 元

ISBN 978-7-122-07963-3



9 787122 079633 >

喷涂聚氨酯 防水涂料

.....

沈春林 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

喷涂聚脲防水涂料是由异氰酸酯组分（甲组分）和氨基化合物组分（乙组分）反应生成的一类弹性体涂料，是国际上近十年来为适应环保要求而研制开发的一种新型无溶剂、无污染的产品，现已在建筑物、隧道、高速铁路、桥梁等众多领域中得到了广泛的应用。本书共分八章，较为详细地介绍了喷涂聚脲防水涂料的组成、生产、防水设计、喷涂设备的使用、防水涂层的施工，将使阅读本书的读者从中获得有关喷涂聚脲防水涂料的丰富、新颖、权威、系统的知识。

本书适合从事防水材料生产、防水工程设计、施工、工程质量验收人员阅读。

图书在版编目（CIP）数据

喷涂聚脲防水涂料/沈春林主编. —北京：化学工业出版社，2010.5
ISBN 978-7-122-07963-3

I. 喷… II. 沈… III. ①聚脲-防水材料：涂料-生产工艺②聚脲-防水材料：涂料-喷涂 IV. ①TQ630.6②TQ639.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 043275 号

责任编辑：窦 臻
责任校对：蒋 宇

文字编辑：提 岩
装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 装：北京市彩桥印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 368 千字
2010 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：35.00 元

版权所有 违者必究

《喷涂聚脲防水涂料》编写人员

主 编 沈春林

副主编 康杰分 苏立荣 李 芳 崔冬芳

其他编写人员

郑家玉	王宝柱	余建平	徐铭强	孙增科
陈哲敏	郁维铭	史立彤	翁立林	刘炳乾
李赉周	庄 敬	廖有为	宗正新	沈 钢
毛瑞定	程效明	程文涛		

前 言

喷涂聚脲防水涂料是由异氰酸酯组分（简称甲组分）与氨基化合物组分（简称乙组分）反应生成的一种弹性体物质，是国际上近十年来为适应环保需求而研制开发的一种新型无溶剂、无污染的产品，已在我国高速铁路等工程中得到了广泛的应用，现已发布了GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》国家标准。

喷涂聚脲防水涂料广泛应用于铁路、公路桥梁、屋面防水、隧道防水以及防水保温、防水防腐等复合系统工程。近几年来，笔者在吸收国内外科技成果的基础上，研制和开发了新的应用于建筑、客运专线等领域的喷涂聚脲防水涂料，并主持编制了GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》国家标准，参加了行业标准《喷涂聚脲防水工程技术规程》的编制工作，参与了《客运专线铁路桥梁混凝土桥面喷涂聚脲防水层暂行技术条件》、《京沪高速铁路桥梁混凝土桥面喷涂聚脲防水层暂行技术条件》等文件相关内容的讨论。由于喷涂聚脲防水涂料自身的特殊性，其生产、施工等许多方面有待于广大工程技术人员去了解和认识。为此，笔者根据自己学习研究喷涂聚脲防水涂料的新技术及编制《喷涂聚脲防水涂料》国家标准的体会，在参考了大量国内外文献的基础上编写此书。《喷涂聚脲防水涂料》一书将使阅读该书的广大工程技术人员从中获得更加丰富、新颖、权威、系统的知识。

笔者在编写本书的过程中，参考了许多专家学者众多的专著、论文，以及相关的工具书、标准资料，并得到了美国 Graco（固瑞克）公司上海代表处、河田防水技术（上海）有限公司、北京森聚柯高分子材料有限公司等许多单位和同仁的支持与帮助，在此谨致

以诚挚的谢意，并衷心希望继续得到各位同仁的帮助和指正。

由于所掌握的资料和信息不够全面，加之编者水平所限，书中难免存在着一些不足之处，敬请读者批评指正，以便再版时更正。

沈春林

2010年3月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 材料、建筑材料和建筑防水材料	1
1.1.1 材料、高分子材料	1
1.1.2 建筑材料、建筑防水材料	3
1.2 喷涂聚脲防水涂料	7
1.2.1 聚脲涂料的结构和特性	8
1.2.2 喷涂聚脲防水涂料的定义和分类	10
1.2.3 喷涂聚脲防水涂料的组成	17
1.2.4 喷涂聚脲防水涂料的技术要求	18
1.2.5 聚脲材料的应用	25
第 2 章 喷涂聚脲防水涂料的组成材料	37
2.1 主要成膜物质	37
2.1.1 异氰酸酯	37
2.1.2 有机多元醇化合物	98
2.2 次要成膜物质	133
2.2.1 着色颜料（着色剂）	138
2.2.2 体质颜料（填充剂）	144
2.3 辅助成膜物质	145
2.3.1 扩链剂	146
2.3.2 催化剂	152
2.3.3 阻燃剂	164
2.3.4 流平剂	176
2.3.5 消泡剂	177
2.3.6 增塑剂	178
2.3.7 偶联剂	181
2.3.8 润湿分散剂	181

2.3.9	防沉淀剂	184
2.3.10	抗静电剂	184
2.3.11	抗氧化剂、光稳定剂、水解稳定剂	185
第3章	喷涂聚脲防水涂料的配方设计与生产	188
3.1	聚脲化学反应的原理	188
3.1.1	半预聚物的合成	188
3.1.2	聚脲材料的生成	192
3.1.3	聚氨酯与聚脲分子结构上的异同点	193
3.2	配方设计	194
3.2.1	配方体系中的影响因素	194
3.2.2	配方设计中的计算	198
3.3	配方举例	201
3.4	喷涂聚脲防水涂料的生产	214
3.4.1	喷涂聚脲防水涂料的生产工艺	214
3.4.2	喷涂聚脲防水涂料的生产设备	215
第4章	喷涂聚脲防水涂料的试验方法	224
4.1	“喷涂聚脲防水涂料”标准规定的试验方法	224
4.1.1	标准试验条件	224
4.1.2	试验设备	224
4.1.3	涂膜的制备	233
4.1.4	外观的测定	234
4.1.5	固体含量的测定	234
4.1.6	凝胶时间的测定	235
4.1.7	表干时间的测定	235
4.1.8	拉伸性能的测定	235
4.1.9	撕裂强度的测定	236
4.1.10	低温弯折性的测定	237
4.1.11	不透水性的测定	237
4.1.12	加热伸缩率的测定	238
4.1.13	黏结强度的测定	238
4.1.14	吸水率的测定	240
4.1.15	定伸时老化的测定	240
4.1.16	热处理的测定	241

4.1.17	碱处理的测定	241
4.1.18	酸处理的测定	242
4.1.19	盐处理的测定	242
4.1.20	人工气候老化的测定	243
4.1.21	硬度(邵A)的测定	243
4.1.22	耐磨性的测定	244
4.1.23	耐冲击性的测定	245
4.1.24	有害物质含量的测定	246
4.2	《喷涂聚脲防水工程技术规程》标准规定的试验方法	252
4.2.1	涂层厚度的测定	252
4.2.2	涂层黏结强度的测定	252
4.2.3	涂层针孔的测定	252
第5章	聚脲涂料的喷涂设备	253
5.1	喷涂设备的基本组成	253
5.1.1	聚脲喷涂设备的标准配置	254
5.1.2	聚脲涂料甲、乙组分的混合形式	258
5.2	常见的喷涂设备及类型	259
5.2.1	美国固瑞克公司的喷涂设备	259
5.2.2	GAMA(卡马)机械公司的喷涂设备	268
5.2.3	北京金科聚氨酯技术有限责任公司的喷涂设备	273
5.2.4	北京京华派克聚合机械设备有限公司的喷涂设备	275
5.2.5	北京东盛富田聚氨酯设备制造有限公司的喷涂设备	276
5.2.6	河田防水科技(上海)有限公司的喷涂设备	279
5.3	喷涂施工常见的辅助设备	284
5.4	喷涂设备的操作方法	286
5.5	喷涂的基本工艺	305
第6章	喷涂聚脲涂膜防水的设计	314
6.1	喷涂聚脲涂膜防水层的设计要点	314
6.2	喷涂聚脲涂膜防水层的细部构造	334
第7章	喷涂聚脲涂膜防水的施工	342
7.1	喷涂聚脲涂膜防水工程的施工	342
7.1.1	喷涂聚脲施工的基本规定	342
7.1.2	材料要求	343

7.1.3	喷涂设备的要求	346
7.1.4	喷涂施工	348
7.1.5	喷涂聚脲防水层的质量验收	357
7.2	客运专线铁路桥梁混凝土桥面喷涂聚脲防水层的施工	363
7.2.1	铁路混凝土桥面防水层的一般规定	364
7.2.2	铁路混凝土桥面防水层的材料要求及介绍	364
7.2.3	喷涂设备的基本要求	369
7.2.4	铁路混凝土桥面的喷涂施工	370
7.2.5	铁路混凝土桥面防水层的质量检查	381
第8章	单组分聚脲防水涂料	388
8.1	单组分聚脲防水涂料的分类和性能	388
8.1.1	单组分聚脲防水涂料的分类	388
8.1.2	单组分聚脲防水涂料的性能和技术要求	389
8.1.3	单组分聚脲防水涂料的应用范围	394
8.2	单组分聚脲防水工程的设计	395
8.2.1	屋面单组分聚脲防水层的设计	396
8.2.2	地下防水工程单组分聚脲防水层的设计	404
8.2.3	室内防水工程单组分聚脲防水层的设计	408
8.2.4	外墙防水工程单组分聚脲防水层的设计	411
8.2.5	路桥防水工程单组分聚脲防水层的设计	412
8.2.6	防水耐磨一体化防水工程单组分聚脲防水层的设计	413
8.3	单组分聚脲防水工程的施工	414
8.4	单组分聚脲防水工程的质量验收	416
8.4.1	进场材料的质量要求和检验	416
8.4.2	单组分聚脲涂膜防水层的质量要求和检验	418
8.4.3	验收项目	418
参考文献	420

第 1 章

概 论

1.1 材料、建筑材料和建筑防水材料

1.1.1 材料、高分子材料

1.1.1.1 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，是人类赖以生存的物质基础。

材料是和一定的使用场合相联系的，其可由一种或几种物质构成，同一种物质亦可因其制备方法或加工方法的不同，而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具有一定用途的材料，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等，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、使用功能和使用领域进行分类。

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和有色金属材料，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；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。

1.1.1.2 高分子材料

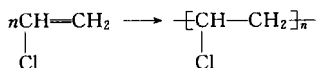
高分子材料是非金属材料的一个重要组成部分，高分子又称聚

2 喷涂聚脲防水涂料

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。高分子化合物是一类品种繁多、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，是因为其具有分子量较高的特点。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。

高分子材料分子量虽大，原子虽多，但结构却有规律性，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地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，这种链状分子称为“分子链”，其中每个重复结构单元称为链节。如防水材料中的聚氯乙烯（PVC）是以氯乙烯为原料聚合而成的：



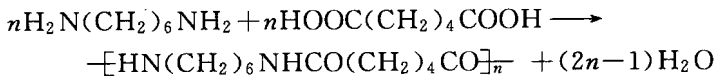
在此 $\left[\text{CH}_2-\text{CHCl} \right]_n$ 是聚氯乙烯的结构式，它表示其分子是由 n 个基本结构单元 $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$ 重复连接而成，所以其结构单元又称重复结构单元， n 代表重复结构单元的数目，又称聚合度，简称 $\overline{\text{DP}}$ 。氯乙烯的结构单元与单体的原子种类和原子数目完全相同，故其结构单元又可称为单体单元。但对于由两种单体经过反应得到的缩聚物，其重复结构单元是由两种结构单元组成，其结构单元与单体的组成不完全相同的，不能称为单体单元，因此在某些情况下，重复结构单元 = 链节 \neq 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 $\overline{\text{DP}}$ （或链节 n ）和重复单元分子量 M_0 的乘积：

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

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、合成纤维三大类,即平时常说的三大合成材料,现也有加上涂料、黏合剂分为五大类的。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。

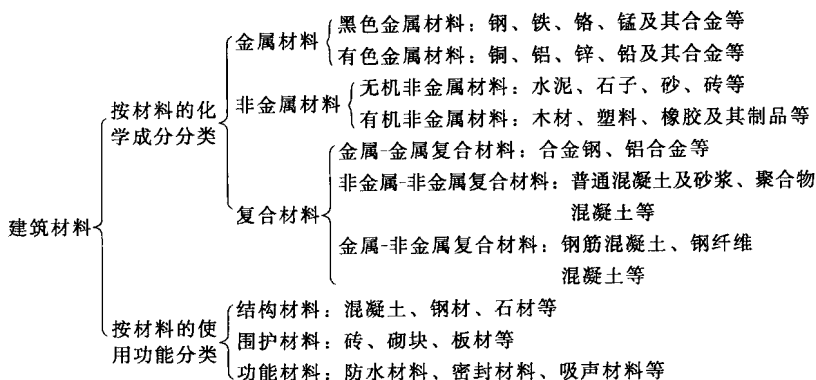
1.1.2 建筑材料、建筑防水材料

1.1.2.1 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,是一切建筑工程的物质基础。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，见图 1-1。



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。

1.1.2.2 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。

(1) 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，断裂伸长率要大，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，既能保持自身的黏结性，又能与基层牢固黏结，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。

(2) 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。依据其外观形态的不同，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四大系列，这四大类材料又可根据其组成的不同，进一步分为上百个品种。

建筑防水材料从性能上一般可分为柔性防水材料、刚性防水材料以及刚柔结合防水材料等几类。柔性防水材料主要有防水卷材、

防水涂料、防水密封材料等；刚性防水材料主要有防水混凝土、防水砂浆、瓦材等；刚柔结合防水材料则主要是指聚合物水泥防水涂料、聚合物水泥防水砂浆等。

(3) 聚氨酯防水材料 聚氨酯是一类用途十分广泛的合成材料，其工业化生产主要是由二元或多元异氰酸酯和二元或多元的各种氢给予体化合物（通常如含端羟基的多元醇化合物）反应而制备的。选择不同数目的官能基团和不同类型的官能基，采用不同的合成工艺技术，即能制备出性能各异、表观形式各不相同的聚氨酯产品。产品有从十分柔软到极其坚硬的泡沫塑料，有耐磨性能优异的弹性橡胶，有高光泽的油漆和涂料，有黏结性能优良的胶黏剂，还有高回弹性的合成纤维和抗挠曲性能优良的合成皮革等。聚氨酯材料已逐渐形成了一个品种多样、性能优异的新型合成材料系列，广泛应用于土木建筑、机电、船舶、航空、车辆、轻工、纺织等各个领域，产品与品种逐年递增，在材料工业中占有相当重要的位置。

随着现代科学技术的发展，作为新型高分子材料的聚氨酯在建筑防水材料领域中发展很快，其产品类型主要有建筑防水涂料、建筑密封材料、堵漏止水材料、硬泡体防水保温材料等多种。这些材料都可用作屋面防水、隧道和地下工程防水、地铁和船舶防水、水利工程的防渗。如遇水膨胀型的聚氨酯防水材料在遇水时便可吸水膨胀几倍，可将缝隙和孔洞堵死而不渗漏，因此在水利、游泳池等防渗中广为应用。

聚氨酯在建筑工程中用作防水、防渗、堵漏、嵌缝，因其对于水泥混凝土、沥青、木材、钢材等材料均有着很好的粘接能力，且具有耐磨、耐水解、弹性好等性能，故效果明显，将其用作建筑工程上的防水材料，是很有发展前途的。

建筑防水涂料是当代建筑工程防水材料的一个重要组成部分，因其适合构造复杂的防水工程，施工简便，易于维修，近年来发展很快。其主要品种有聚氨酯、丙烯酸酯、氯丁橡胶、高分子改性沥青、沥青等，其中以聚氨酯（PU）防水涂料的防水效果最好，应用亦最为广泛。其品种按固化方式分，主要有双组分（反应固化型）