

GB/T 23446—2009

《喷涂聚脲防水涂料》 应用指南

沈春林 褚建军 等 编著



中国标准出版社

GB/T 23446—2009

《喷涂聚脲防水涂料》 应用指南

沈春林 褚建军 等 编著

中国标准出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》应用指南/
沈春林等编著. —北京:中国标准出版社,2010
ISBN 978-7-5066-5826-3

I. ①G… II. ①沈… III. ①聚脲-防水材料:涂料-
国家标准-中国-指南 IV. ①TQ633.4-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 093084 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:68533946 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 7.375 字数 195 千字

2010 年 6 月第一版 2010 年 6 月第一次印刷

*

定价 25.00 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

本书编委会名单

主 编 沈春林 褚建军

编写人员 沈春林 褚建军 康杰分
 苏立荣 李 芳 崔冬芳
 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
 郑凤礼 杨炳元 杨乃浩
 王玉峰

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。

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,并主持编写了 GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》,参加了行业标准《喷涂聚脲防水工程技术规程》的编写工作,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 and 认识。为了方便广大读者对 GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》的理解与应用,作者在参考了大量国内外文献的基础上根据自己在学习研究喷涂聚脲防水涂料的新技术及编写

GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》的体会编写了《GB/T 23446—2009〈喷涂聚脲防水涂料〉应用指南》一书,使阅读该书的广大工程技术人员和其他读者从中获得更加丰富、新颖、权威的系统知识。

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广泛的帮助和指正。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 2 月 18 日

目 录

第 1 章 喷涂聚脲防水涂料及标准的编制	1
1.1 喷涂聚脲防水涂料的特性和应用	1
1.1.1 聚脲涂料的结构和特性	3
1.1.2 聚脲涂料的应用	6
1.2 《喷涂聚脲防水涂料》国家标准的编制	11
1.2.1 标准制定的目的和必要性	11
1.2.2 标准制定的依据	13
1.2.3 标准制定的工作过程	13
第 2 章 产品的定义、分类、标记和技术要求	16
2.1 喷涂聚脲防水涂料的定义、分类和标记	16
2.1.1 喷涂聚脲涂料的基本技术体系	17
2.1.2 聚氨酯和聚脲材料定义和分类的演变	19
2.1.3 喷涂(纯)聚脲和聚氨酯(脲)防水涂料	20
2.1.4 I 型和 II 型喷涂聚脲防水涂料	21
2.2 喷涂聚脲防水涂料的产品性能要求	22
2.2.1 一般要求	22
2.2.2 技术要求	22
第 3 章 产品的试验方法、检验规则及包装	34
3.1 产品的试验方法	34
3.1.1 标准试验条件	34
3.1.2 试验设备	35
3.1.3 涂膜的制备	43

3.1.4	外观的测定	45
3.1.5	固体含量的测定	45
3.1.6	凝胶时间的测定	46
3.1.7	表干时间的测定	46
3.1.8	拉伸性能的测定	46
3.1.9	撕裂强度的测定	47
3.1.10	低温弯折性的测定	48
3.1.11	不透水性的测定	48
3.1.12	加热伸缩率的测定	49
3.1.13	粘结强度的测定	49
3.1.14	吸水率的测定	51
3.1.15	定伸时老化性能的测定	51
3.1.16	热处理的测定	51
3.1.17	碱处理的测定	52
3.1.18	酸处理的测定	53
3.1.19	盐处理的测定	53
3.1.20	人工气候老化的测定	54
3.1.21	硬度(邵 A)的测定	54
3.1.22	耐磨性的测定	55
3.1.23	耐冲击性的测定	56
3.1.24	有害物质含量的测定	56
3.2	产品的检验规则	62
3.3	产品的包装、运输与贮存	64
第4章	喷涂聚脲防水涂料的配方设计与生产	65
4.1	聚脲化学反应的原理	65
4.1.1	半预聚物的合成	65
4.1.2	聚脲材料的生成	69
4.1.3	聚氨酯与聚脲分子结构上的异同点	71
4.2	喷涂聚脲防水涂料的组成	71
4.2.1	主要成膜物质	72



4.2.2 次要成膜物质	99
4.2.3 辅助成膜物质	108
4.3 配方设计	131
4.3.1 配方体系中的影响因素	131
4.3.2 配方设计中的计算	135
4.3.3 配方举例	138
4.4 喷涂聚脲防水涂料的生产	149
4.4.1 喷涂聚脲防水涂料的生产工艺	149
4.4.2 喷涂聚脲防水涂料的生产设备及布置	150
第5章 喷涂聚脲涂膜防水层的设计	153
5.1 喷涂聚脲涂膜防水层的设计要点	153
5.2 喷涂聚脲涂膜防水层的细部构造	167
第6章 喷涂聚脲涂膜防水层的施工	177
6.1 喷涂聚脲涂膜防水工程的施工	177
6.1.1 喷涂聚脲施工的基本规定	177
6.1.2 材料要求	178
6.1.3 喷涂设备的要求	181
6.1.4 喷涂施工	182
6.1.5 喷涂聚脲防水层的质量验收	192
6.2 客运专线铁路桥梁混凝土桥面喷涂聚脲防水层的 施工	198
6.2.1 铁路混凝土桥面防水层的一般规定	199
6.2.2 铁路混凝土桥面防水层的材料要求及介绍	199
6.2.3 喷涂设备的基本要求	204
6.2.4 铁路混凝土桥面的喷涂施工	204
6.2.5 铁路混凝土桥面防水层的质量检查	216
参考文献	223

第 1 章

喷涂聚脲防水涂料及标准的编制

聚脲防水涂料是以异氰酸酯与端氨基化合物反应生成的一类弹性体物质,其属于聚氨酯材料的一个分支。聚脲防水涂料按其是否使用溶剂可分为无溶剂聚脲防水涂料、溶剂型聚脲防水涂料以及水性聚脲防水涂料;按其包装形式的不同,可分为单组分聚脲防水涂料和双组分聚脲防水涂料。国家标准 GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》所适用的建筑工程、基础设施防水用喷涂聚脲防水涂料则属于双组分聚脲防水涂料的范畴。

1.1 喷涂聚脲防水涂料的特性和应用

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)反应而制成的。选择不同数目的官能基团和不同类型的官能基团,采用不同的合成工艺技术,即能制备出性能各异、表现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、耐磨性能优异的弹性橡胶、高光泽的油漆和涂料、粘结性能优良的胶粘剂、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。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、弹性等性能,故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。其品种按包装形式分,主要有双组分(反应固化型)和单组分(水乳型、溶剂型、湿气固化型)两大类。自 20 世纪 80 年代以来,涂膜防水在国内建筑工程中应用日益广泛。作为高档防水涂料,PU 在推广过程中因性能优越已被公认为是一类最好的防水涂料,已在一系列重要的建筑工程中得到了广泛的应用。随着科学技术的不断进步和发展,聚氨酯防水涂料技术也在不断地完善和发展。喷涂聚脲防水涂料则是在喷涂聚氨酯的基础上发展起来的一类新型防水涂料,现已广泛应用于建筑、客运专线混凝土桥梁等各个领域的防水工程。

喷涂弹性体技术起源于 20 世纪 70 年代,早期的产品是喷涂聚氨酯弹性体,简称 SPU。为了解决其体系中异氰酸酯易与施工环境周围的水分、湿气反应,提高材料的物理力学性能,有关科技人员在聚氨酯的树脂组分中引入了端氨基化合物,即研制出了喷涂聚氨酯(脲)弹性体,简称 SPU(A)。之后,又进一步研制出了喷涂聚脲弹性体材料,简称 SPUA。

喷涂聚脲防水涂料是以异氰酸酯类化合物和胺类化合物(氨基扩链剂)反应生成的一种新型高效的,以双组分、喷涂施工为主的,快速凝胶的弹性体防水材料。此类产品是在端氨基聚醚树脂、氨基扩链剂和异氰酸酯预聚体的基础上发展起来的。

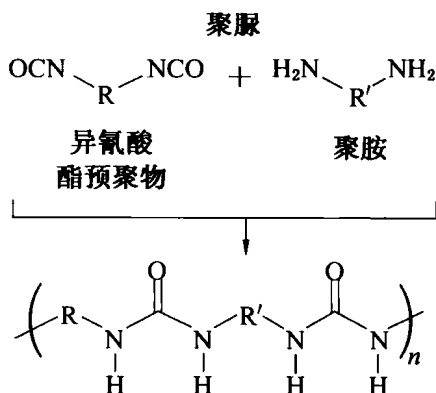
聚脲涂料产品是疏水性和自动催化的,产品具有较好的物理力



学性能,拉伸强度、耐磨性能、抗冲击性、耐化学腐蚀性和防水性能良好,其延伸率可高达 900%。聚脲涂料弹性体产品其优势在于异氰酸酯组分和胺基混合物之间的反应是非常迅速,而且具有可预测性。快速反应性可使涂料应用在需要马上恢复使用的地方。聚脲技术允许配制芳香族和脂肪族(光稳定)弹性体系统,故通过选择合适的异氰酸酯成分和胺基混合物,则可以实现不同的系统反应,慢速反应系统可以应用于各种密封和填缝。凭借聚脲的这些特性,聚脲弹性体系统可适合诸多的应用,就建筑防水而言,聚脲弹性体产品可广泛应用于屋面、混凝土基层、接缝密封等。

1.1.1 聚脲涂料的结构和特性

聚脲弹性体是一种异氰酸酯或异氰酸酯预聚体与一种含有功能性胺基的树脂混合物的反应产物,聚脲的结构如下:



喷涂聚脲弹性材料技术是国内外近 20 年来发展起来的一类反应型、无溶剂污染的涂料产品,其产品的主要特点如下:

a) 喷涂聚脲防水涂料的强度高,其模量类似于橡胶,即在具有较高的断裂伸长率的同时,仍然能保持较高的强度。喷涂聚脲防水涂料若通过配方的调节,其抗拉强度一般可达到 8 MPa~22 MPa,是低模量而高延伸率的弹性体材料,符合建筑防水工程的应用要求。随着化学工业的发展,聚脲已具有如聚氨酯一般柔韧和弹性,且具有

和聚氨酯一样的抗冲击性能和撕裂性能。

b) 由于聚脲特定的分子结构以及配方中不含有催化剂,故其耐老化性能特别优良,脂肪族体系的聚脲防水涂料该性能尤其突出。

c) 喷涂聚脲涂料的耐介质性十分突出,可耐绝大部分腐蚀介质的长期浸泡。对稀酸、盐水或盐雾的腐蚀有良好的耐受性,故其既可防水又可防腐,特别适用于沿海地区。聚脲的耐介质性能参见表 1-1。

表 1-1 聚脲的耐介质性能

介质名称	浸泡结果	介质名称	浸泡结果
盐酸(10%)	良好	煤油	良好
硫酸(20%)	良好	矿物油	良好
硝酸(20%)	良好	柴油	良好
磷酸(10%)	良好	液压油	良好
醋酸(10%)	良好	润滑油	良好
硬脂酸	良好	防冻液(50%乙醇)	良好
乳酸	良好,轻微变色	工业酒精	良好
柠檬酸	良好	二甲苯	良好,轻微变色
氢氧化钾(20%)	良好	正乙烷	良好
氢氧化钠(25%)	良好	乙丙醇	良好
氢氧化钠(50%)	良好,轻微变色	铜、铬、砷	良好
硝酸钠	良好	氨水(20%)	良好
硝酸盐	良好	液体尿素	良好
汽油	良好	饱和盐水	良好
注:聚脲的耐蚀性略优于聚氨酯,如需耐更强的腐蚀性介质,可在涂层表面选择涂装相应的重防腐涂层。			

d) 聚脲防水涂料可以加入各种着色剂制成不同颜色的制品;可以掺入如短玻璃纤维等材料进行增强;可以根据配方调节,从而得到从软橡胶(邵 A 硬度 30)到硬质弹性体(邵 D 硬度 65)的不同性能的材料。



e) 具有优良的耐高低温性能,不受温度的影响,其服务温度和施工基材表面的温度范围跨度很大。在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内具有良好的温度性能,在极寒冷和极炎热的地方都可以进行施工和长期应用。

f) 产品的固化速度快、施工效率高。聚脲防水涂料采用喷涂施工固化速度极快,一般在数秒钟内即开始凝胶,30 s左右即可达到触干,1 h后即可达到步行强度,施工现场即可进入下道工序,快速的反应时间解决了涂料施工中的一大难题。聚脲弹性体涂料若喷涂到垂直的表面上,则不会出现滴漏或流柱。快速的反应时间是聚脲防水涂料的一大优势,而大多数聚氨酯涂料或环氧涂料则需要24 h~48 h方可使其涂覆区域完全达到使用性能。

g) 涂膜的厚度可以任意设定。喷涂聚脲防水涂层的厚度以0.5 mm至数毫米均可一次性喷涂完成,即使在垂直面甚至是顶棚面进行喷涂施工作业,也可以保证平整光滑,不会出现流淌等现象。

h) 施工环境的适应性较强,在应用时对湿度和温度不敏感,粘结或涂覆的效果均不受温度和湿度的影响。由于聚脲产品所具有的在常温条件下反应速度极快的特点,因而在聚脲体系中,水分子是来不及与异氰酸酯发生反应的,故在实际施工环境中,湿气不会对涂层的质量和表面产生不良影响,这就有别于聚氨酯等防水涂料在施工中经常会遇到的潮湿环境的问题,大大方便了施工。

i) 使用配套的专用设备进行施工,施工效率高;且其设备有多种切换模式,既可喷涂,也可浇注;涂层表面光滑,连续无接缝;若调节工艺,亦可得到造粒防滑的表面。

j) 由于其具有非常优异的柔韧性、耐磨性、高粘接性能及本位拉伸强度等物理力学性能,故对金属、非金属底材均有极强的附着力,如钢材、铝材、水泥混凝土、木材、沥青、玻璃钢、聚氨酯泡沫等底材。

k) 聚脲产品为100%的固含量,不含有机溶剂,挥发性成分低,因此有利于环境保护,聚脲的低挥发性成分使其适合在狭窄的工作室中使用。

1.1.2 聚脲涂料的应用

喷涂聚脲技术是一种新型无污染,快速固化技术,其问世以来,以优异的理化性能,工艺性能和环保性而闻名于世,充分显示出比传统涂装技术无与伦比的优越性,广泛应用于建筑、能源、交通、化工、机械、电子、环保以及体育娱乐设施等领域的防水、防腐、耐腐以及表面的装饰等工程,显示出了其强大的生命力。

1.1.2.1 建筑领域的防水和地坪的保护

屋面防水现在所普遍使用的防水材料易出现老化,然而聚脲材料则不同,该材料已被建筑防水界公认为是一类具有长效防护的材料。聚脲涂层具有弹性体的特征,延伸性好、无接缝、附着力好、不易老化,应用于屋面防水是一种最佳的选择;且采用聚脲屋面防水的屋顶非常适宜于种植屋面,是美化环境的典型应用。随着科学技术的发展,新型的防水保温一体化体系的不断涌现,其中喷涂聚氨酯(脲)复合结构是最受青睐的一种。喷涂聚脲材料与现有防水材料的性能特点比较参见表 1-2。

表 1-2 喷涂聚脲材料与现有防水材料的性能特点的比较

指 标	Ⅱ型 N 类聚氨酯防水涂料	Ⅱ型聚氨酯防水涂料	Ⅱ型喷涂聚脲材料
拉伸强度/MPa $\geq$	12	2.45	16
断裂伸长率/% $\geq$	250	450	450
不透水性	不透水	不透水	不透水
使用寿命/年	5~10	5~10	15~25
施工方法	粘贴,有接缝	刷涂或喷涂,无接缝	整体喷涂,无接缝
每 1 000 m ² 施工周期	3 个工作日	5 个工作日	1 个工作日
环保性	一般	一般	好

普通水泥地面易破损起灰;水磨石地面不耐强机械冲击;花岗岩拼接地面有接缝且不耐化学介质的腐蚀和渗透;普通地板漆使用时间较短且不耐磨损;聚合物水泥地板性能虽好但使用材料厚度必须



达 50 mm~100 mm,存在材料消耗大,成本高,装饰效果差的缺点且不易维修。传统的高级工业地坪一般为环氧树脂地坪,其与混凝土或花岗岩地坪相比较虽具有强度高、光泽好、平滑、密实、美观的优点,但其存在着柔韧性和防滑性差、易粉化、施工速度慢等缺点。喷涂聚脲弹性体技术则保留了环氧地坪的优点,具有弹性好、延伸性佳、耐磨防腐、无接缝、且施工速度快,能有效克服环氧地坪的许多缺点,具有极佳的耐磨性能和防滑性能,施工速度更快、更稳定,是环氧树脂地坪的更新换代产品。

运动场地的铺装材料主要有丙烯酸树脂和聚氨酯等两大类:丙烯酸树脂类铺装材料具有价格低、耐擦洗、易清洁等优点,但其最大的缺点是柔韧性差,若水泥基础出现裂缝,其随即也会出现开裂,且与水泥的附着力较差、易起皮剥离;聚氨酯铺装材料具有弹性好,吸震性能好,耐磨、耐油、耐老化、平整和色彩美观的特点,但其存在着施工效率低、易发泡、易损坏、污染环境等缺陷。而喷涂聚脲涂料产品则在保留了丙烯酸树脂和聚氨酯铺装材料优点的基础上,克服了上述缺陷,同时其物理性能又有了很大的提高,此类产品应用于运动场地的另一个突出的特点是通过喷涂工艺获得了具有均匀颗粒可防滑的面层,这是采用传统的手工浇筑工艺所无法做到的,通过调节体系的凝胶,可广泛应用于跑道,各类球场等运动场地。

1.1.2.2 高铁和客运专线桥梁和隧道的防水

我国铁路桥梁防水已经历了数十年的发展历程,其防水体系是随着铁路技术要求的提高和防水技术的发展而不断发展的。众多高速铁路、客运专线的运行特点之一是桥梁所占线路的比例较大,有的已超过 50%,在其混凝土桥面设置防水层,则可以有效阻隔水渗入桥面板结构内,以减缓混凝土的老化及桥面板内部钢筋的锈蚀,从而达到提高混凝土桥梁结构耐久性的目的,所以铁路桥面防水是铁路混凝土桥梁工程中的一个重要组成部分。至于隧道,由于其往往要经过含水量较高的地层,故其隧道防水亦是基础交通工程中的一个极其重要的组成部分。

高速铁路、客运专线以及城市地铁均是关系到国计民生的重要交通基础设施,是属于难维修、甚至是不可维修的设施,是具有高性能、高可靠性、高耐久性的工程,其设计寿命为 100 年,这就需要高性能、高可靠性、高耐久性的新型防护材料。喷涂聚脲防水涂料是近二十年发展起来的一种高反应性、无污染的防水涂料产品,因具有优异的理化性能,优良的工艺性和环保性,已广泛应用于高铁和客运专线桥梁和隧道等领域的防水。

聚脲防水涂料具有强度高、伸长率好、无接缝、不透水、施工快的优点,比传统的防水材料如沥青、橡胶片材等更适合在桥梁、隧道等高难度工程中应用。鉴于目前尚未制定出客运专线桥梁、隧道防水材料的标准,现推荐采用 GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》国家标准的技术性能指标(参见表 2-2 至表 2-5)为客运专线桥梁和隧道的防水技术要求。国标 I 型聚脲用于一般客运专线桥梁、隧道的防护,国标 II 型聚脲用于运行速度更高,使用环境恶劣,要求使用寿命更长的高速铁路桥梁、隧道的防护。

在 GB/T 23446—2009《喷涂聚脲防水涂料》22 项性能指标中,就客运专线桥梁、隧道使用而言,影响较大的是拉伸强度、断裂伸长率、撕裂强度、粘结强度、耐磨性和耐冲击性等六项指标,可用这些指标来评价聚脲性能的好坏。此六项指标必须全部达到 GB/T 23446—2009 要求方可应用于客运专线的防水,若有一项不合格者则不得在客运专线中使用。此六项指标中拉伸强度、断裂伸长率和粘结强度等三项是关键指标,可用作检验聚脲性能的尺度。在这三项指标中,断裂伸长率最重要,其对桥梁隧道防护性能的影响最大,因为聚脲性能指标中保持高强度不难,但在高强度条件下又要有高的断裂伸长率则较难,故其是判断聚脲性能优劣的最主要的依据。

定伸时老化、热处理、碱处理、酸处理、盐处理、人工气候老化等六项耐久性能指标,对使用寿命影响较大,此六项指标应全部达到 GB/T 23446—2009 要求,有一项不合格者不得在客运专线中使用。

固体含量、凝胶时间、表干时间、低温弯折性、不透水性、加热伸