

# 特种防水材料——遇水膨胀橡胶

潘 美 郝明芝 张玉玲 卢忠飞

(冶金部建筑研究总院新型建材室 100088)

随着国民经济的发展,我国防水材料发生了突飞猛进的变化。历经多年的引进、开发、研究和推广,防水材料产品结构从单一产品发展为多品种、多规格、系列化配套体系。特别是高新技术的发展,多学科间的相互渗透与结合,促进了新产品的不断涌现。近 10 多年来,高分子聚合物在防水领域的应用越来越广,许多新颖独特的防水材料应运而生。被誉为“有魔力的防水材料”、“超级密封材料”的遇水膨胀橡胶在 80 年代一问世便很快引起人们的普遍重视。该产品既能适应结构变形,起到弹性密封止水作用,又具有遇水膨胀以水止水的特性。遇水膨胀橡胶必将成为基础工程变形缝、施工缝、各种管道接头密封、水坝嵌缝等处密封防水的理想材料,具有广阔的应用前景。世界一些发达国家在遇水膨胀橡胶研究开发方面起步较早,像日本的朝日、旭电化、三健等株式会社都已大量生产该类产物,西德 ITC 公司也生产出了高质量的硫化型及非硫化型的遇水膨胀橡胶,并已应用在大型工程建设中,取得了理想的效果。目前,我国也有类似产品问世,上海隧道公司、上海长宁橡胶厂、上海彭浦橡胶厂、北京橡胶塑料制品一厂等在硫化型遇水膨胀橡胶方面都做了许多工作。非硫化腻子型遇水膨胀橡胶的生产厂家有中建一局、常州遥观化工厂、北京橡胶塑料制品一厂等。但是国内生产的遇水膨胀橡胶与国外同类产品相比,在产品质量和性能方面仍存在一定差距,还需

进一步研究和完善

## 1 遇水膨胀橡胶机理浅析

橡胶主要是由高聚合度的碳、氢链节构成,本身是疏水性物质。如果橡胶中存在少量亲水性物质,遇水后就会因吸水而膨胀。使其具有遇水膨胀性,通常有两种途径:一种为物理共混法,将吸水性材料通过适当的混炼工艺均匀地分散在橡胶中;另一种为化学接枝改性法,使亲水性链段或基团接枝到橡胶大分子上。无论那种方法制成的遇水膨胀橡胶,当与水接触时,水分子会通过扩散、毛细及表面吸附等物理作用进入遇水膨胀橡胶内,进而与橡胶中的亲水性基团(物质)形成极强的亲合力。亲水性物质不断吸收水分,致使橡胶发生形变,在抗形变力和渗透压差相当时达到平衡,吸水膨胀保持相对稳定。

## 2 遇水膨胀橡胶制备方法

### 2.1 物理共混法

物理共混主要是采用物理方法在橡胶中填充高吸水性物质。像淀粉-丙烯腈接枝聚合物、纤维素-丙烯腈接枝聚合物、聚乙烯醇交联物、聚丙烯酸酯交联物、聚环氧乙烷类、无水顺丁烯二酸类、无机填料等都具有较强的吸水能力,有的树脂吸水率高达成百上千倍。遇水膨胀橡胶的吸水性能优于海绵,即使在外界挤压状态下仍能保持所吸液体的绝大部分。在干燥环境下能缓慢释放所吸水分。

把吸水性树脂作为橡胶配合剂混入可采用两种方式:

(1)机械共混。橡胶包辊后陆续加入吸水

作者简介 潘美,女,35岁。工程师。1984年毕业于北京化工学院高分子材料加工专业。曾在《橡胶工业》上发表论文 1 篇。

性树脂及其它配合剂,依靠辊筒的挤压、剪切作用使吸水性树脂宏观上均匀分散在橡胶中。适宜的混炼工艺能够改善均匀性和相容性,提高膨胀的均一性。

(2)乳液共混。将胶乳、吸水性树脂等配合剂放入带有搅拌器的容器中,搅拌均匀后进行真空脱泡、熟成、浇模、硫化。

以上两种方法比较起来,乳液共混法的产品分散性、均一性较高,相态分析的微区尺寸较小<sup>[1]</sup>。

## 2.2 化学接枝法

把亲水性基团或链段如羟基、羧基、醚基等通过化学反应接枝到橡胶大分子上合成亲水性橡胶。亲水性分子链段接枝率愈高,橡胶分子中的亲水性基团就越多,橡胶膨胀率也就越大。

接枝亲水性聚氨酯预聚体是应用化学接枝法制备的遇水膨胀橡胶的方法之一。亲水性聚氨酯预聚体是以聚醚多元醇为原料与异氰酸酯反应合成的带有一定数量异氰酸根的水溶性聚氨酯预聚体,当它与适当固化剂交联时可以制成腻子型遇水膨胀橡胶,或者部分交联固化后再与橡胶及其它配合剂进行混炼加工,经硫化制成制品型遇水膨胀橡胶。像氯磺化聚乙烯与乙醇或含端氨基的聚亚乙烯醚组成的接枝聚合物也是通过化学改性得到的遇水膨胀橡胶。

用化学接枝法制备的遇水膨胀橡胶具有微观相容性好、强度高的特点。在吸水膨胀、脱水复原的反复过程中物理性能和膨胀性能比较稳定。而用物理共混法制备的遇水膨胀橡胶起始吸水迅速、膨胀率高。但是它与橡胶间相容性较差,不能与橡胶大分子间产生化学键合,遇水膨胀后会有少量树脂从橡胶网络中游离出来,经反复使用后膨胀率会降低,而且它的拉伸强度随着膨胀率的增高而急剧降低。在实际应用中,通常使用快速膨胀高吸水性树脂作为对提高膨胀率起协同作用的材料与化学接枝型遇水膨胀橡胶复合使用。

## 3 遇水膨胀橡胶的应用

### 3.1 硫化型遇水膨胀橡胶

硫化型遇水膨胀橡胶具有良好的回弹性,当有外力(如水压)作用使其发生形变时,它产生抗形变的抵抗力(回弹力),塑性变形小,适宜在高水压条件下使用。与此同时,它还可以和水作用,在有限的空隙中扩张体积以膨胀张力来抵抗水压,达到高效密封止水效果。此类产品主要用于盾构施工法装配式衬砌接缝防水及金属、混凝土等各类预制构件接缝防水,还可用做建筑物变形缝、施工缝的止水带。在实际应用中,为了有效地发挥遇水膨胀橡胶的止水功能,应从以下两个方面考虑。

(1)从设计上要满足密封材料防水的两个条件:

a)密封材料受压缩产生的回弹力(接触面应力)大于设计的水压力。

b)密封材料因压缩产生的回弹力(接触面应力)会随着时间的延长出现应力松弛、老化,压缩疲劳后的回弹力不小于设计的水压力<sup>[2]</sup>。

(2)在施工方面,针对具体情况选择适宜形状、尺寸、膨胀率和物理性能的遇水膨胀橡胶。在取得良好防水效果的同时兼顾施工方便、经济合理。例如,在盾构隧道施工中,预制构件的拼装缝长,接缝处往往成为渗漏的主要部分。近些年为更好地解决该问题,国内外都积极推荐采用遇水膨胀橡胶。传统的密封止水橡胶一般断面尺寸等于或略大于管片防水预留槽,以便挤压密实。因此在管片组装时橡胶体易受挤压、拉伸而剥离、断裂。另外材料经过长时间的压缩疲劳,弹性恢复力变差,导致防水可靠性降低。采用遇水膨胀橡胶后,材料厚度可变小,对组装精度和施工无任何妨碍,并能充分适应拼装时的错位误差,从而大大改善了施工方法,提高了施工效率及防水可靠性。它与传统密封止水材料的比较参见表 1<sup>[3]</sup>。

表 1 遇水膨胀橡胶与传统密封防水材料的比较

类别	特点	性能	施工性	防水性
丁基类 (硫化、非硫化)	靠自身粘接性 发挥止水功能	复原性差,受力后易 被压成薄膜状;本身 具有自粘性	粘接性好,易粘贴;密封料的体 积大,用在盾构管件接缝中材料 易被挤出,粘接性高,管片拼装可 以调整,不易剥离和脱落	复原性差;塑性形变易 造成漏水通道;强度差
泡沫橡胶类	靠弹性发挥止 水功能	复原性好,本身无粘 接性,弹性由于压 缩永久变形而减小	因橡胶的弹性使施工方便;能全 天候作业。由于密封料体积大,能 从扇形界面挤出来,易脱落	压缩情况下可止水;对 较大缝不适用
复合类	靠芯材的弹性 和包覆材料粘 接性共同发挥 止水功能	因为芯材和包覆材 料的材质不同,所 以易分离	包覆材料粘性好,易粘接,同丁基 类;厚度大,管片组装易脱落	止水性好;对较大缝不 适应
遇水膨胀类	靠密封材料的 弹性和遇水膨 胀性(体积增加) 发挥双重止水 功能	复原性好;与水作 用体积增大	厚度较复合类小,对组装精度和 施工性无影响;在潮湿环境下不 好粘接;因膨胀压和体积增大对 不同的缝隙量适应性强,止水效 果明显,易调整,不易脱落	对缝隙止水效果好;弹 性强度高,适宜高水压 下使用;弹性密封止水; 当缝隙超出弹性密封止 水范围时,靠遇水体积 膨胀仍能止水,膨胀体 仍具有阻水性质

### 3.2 非硫化型遇水膨胀橡胶

非硫化型遇水膨胀橡胶主要由膨润土、IIR及一些配合剂经混炼、挤出制成。不同于硫化型遇水膨胀橡胶的是它不能反复多次膨胀。遇水膨胀后会有吸水性物质析出进入微细空隙中形成不透水的可塑性胶体,阻断水的通路。非硫化型遇水膨胀橡胶一般用在对膨胀体有约束的地方,多为埋入式,使用时要根据具体情况选择相应产品。如混凝土裂缝漏水处理,必须选用膨胀速度快的产品,以便能迅速发挥防水、堵水作用。先将遇水膨胀橡

胶放入已凿好的 V 型槽内,用速硬水泥砂浆封闭,速硬水泥砂浆要具有一定强度。厚度据介绍采用此种方法处理渗水裂缝效果较好<sup>[4]</sup>。在现浇混凝土施工过程中使用遇水膨胀橡胶一定要选用慢速膨胀产品,避免材料在混凝土浇注期间出现预膨胀,造成混凝土终凝后出现更大的施工缝隙。这种方法与传统施工缝处理方法的比较见表 2。

### 4 结语

遇水膨胀橡胶是发展中的功能性材料,

表 2 用遇水膨胀橡胶对施工缝的处理方法与用传统材料处理方法的比较

材料	特点	性能	施工性	防水性
一般橡胶	靠橡胶弹性达到止水 效果	复原性好,受挤压后 与砼两侧接触严密	定位施工有难度, 现场粘接	仅次于膨胀腻子胶
钢板	靠其强度及韧性止水	强度高,不易变形	定位施工需准确, 现场焊接	优于凹凸槽
留凹凸槽	延长水的通道	刚性自防水	清理麻烦,凹槽内 易进脏物	最差
遇水膨胀腻子胶	自身粘接性及水膨胀 性达到止水效果	塑性大,有一定的自 粘性	自身有粘接性	最好

它的弹性密封及遇水膨胀的双重止水功能使其成为划时代的密封防水材料,但同时它的遇水膨胀性使得影响其物理性能的因素比较复杂,这就需要在研究开发中对各方面综合考虑,如不同膨胀状态下材料的物理性能、材料的长期耐久性能、起始膨胀时间及膨胀速度的控制、遇水膨胀橡胶与其它材料的复合及制品形状尺寸等都有待进一步研究。随着在施工中不断总结材料的应用经验,通过研究进一步提高和完善性能,遇水膨胀橡胶将会得到更加广泛的推广和使用。

### 参考文献

- 1 林莲贞等.天然橡胶部分水解聚丙烯酰胺乳液共混水膨胀性橡胶的研究.橡胶工业,1991; 38(3): 132~ 137
- 2 小泉淳,小林享.最近のシールドトンネルたわげう防水技術(1 2 3).トンネルと地下,1992 23(5): 43~ 51
- 3 シールドヤヴメントの止水対策編集部.防水ジャヘナル,1986(2): 33~ 36
- 4 俞志强等.888-BW水膨性止水腻子条的性能和应用.1991年防排水专业委员会第五次学术交流会资料,1991

收稿日期 1997-02-25

### MLE在运动鞋大底中的应用

MLE是用增塑剂改性的低分子聚乙烯,这种增塑剂能够长期稳定地保留在低分子聚乙烯基质中,使其呈现热塑性弹性体性能。江苏兴化橡塑制品厂生产的MLE是一种白色粉末或片蜡状物,分子量为1 000~ 10 000,软化点为69~ 75℃,熔点为75~ 85℃,密度为0.98~ 1.00Mg·m<sup>-3</sup>,溶解度参数和极性

与NR, SBR和BR相近,因其软化点较低,可直接与橡胶进行合炼。

淮南市第三橡胶厂在运动鞋大底中应用MLE部分替代NR进行了试验。在一段生胶塑炼的基础上加入MLE进行合炼,下片停放后混炼。胶料配方和硫化胶物理性能分别见表1和2。

表 1 胶料配方

份

原材料	配 方 编 号				原材料	配 方 编 号			
	1	2	3	4		1	2	3	4
NR	80	70	65	60	硬脂酸	4	4	4	4
BR	10	10	10	10	促进剂 M	1.3	1.3	1.3	1.3
SBR	10	10	10	10	促进剂 D	0.2	0.2	0.2	0.2
MLE	0	10	15	20	促进剂 DM	1.0	1.0	1.0	1.0
交联剂 DCP	0	0.4	0.6	0.8	碳酸钙	30	30	30	30
硫黄	2.4	2.3	2.2	2.1	高耐磨炉黑	30	30	30	30
氧化镁	4	4	4	4	树脂 RX-80	10	10	10	10

表 2 硫化胶物理性能

项 目	配 方 编 号			
	1	2	3	4
邵尔 A型硬度 /度	65	68	72	75
拉伸强度 /MPa	13.0	12.4	11.7	11.2
扯断伸长率 /%	530	500	480	465
扯断永久变形 /%	24	27	30	32
磨耗量 (1.61km) /cm <sup>3</sup>	0.90	0.85	0.78	0.73

注:硫化条件为 140℃× 40min

试验结果表明:

(1)在运动鞋大底中应用MLE部分替代NR,大底成型效果好,花纹清晰;

(2)随着MLE用量的增加,大底胶实际含胶率降低,邵尔A型硬度和耐磨性能提高;

(3)MLE在混炼时易粘辊,要控制辊温;

(4)MLE的价格比NR低,大大降低了成本。

(淮南市第三橡胶厂 陈红兵供稿)