

# 几种填缝材料在渠道防渗工程中的应用比较

张慧莉, 娄宗科, 田堪良

(西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** 介绍了聚硫密封胶、焦油塑料胶泥、遇水膨胀橡胶止水条的基本防水机理、物理力学性能, 通过渠道静水试验, 得出了这几种填缝材料的防渗效果, 并对它们的经济效益进行了分析。

**关键词:** 填缝材料; 防渗效果; 静水法测渗

**中图分类号:** S274.1; TV543.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2002)02-0026-03

## The Compare of Several Blinding Materials Application in Canal Seepage Control Engineering

ZHANG Hui-li, LOU Zong-ke, TIAN Kan-liang

(College of Water Conservancy and Architectural Engineering, Northwest

Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** The seepage controls mechanisms, physical and mechanic properties of polysulphide sealing glue, asphaltic plastic glue, and expansile rubber meeting with water are described. The seepage control results of these blinding materials were found through still water head test, and their economic benefits are also analyzed.

**Key words:** blinding material; seepage control result; still water head test

伸缩缝是混凝土防渗渠道主要漏水通道之一, 是渠道防渗工程产生病害第一发生点, 从伸缩缝中渗入渠基的水分不仅会造成水量损失, 而且使渠基土可能处于饱和状态, 易引起渠体塌陷、破坏。在北方寒冷地区, 还会发生由于渠基土冻胀而引起的渠床冻胀破坏。为此, 一些发达国家非常重视伸缩缝的质量, 他们认为提高止水材料的投资是值得的, 有些工程伸缩缝的造价甚至超过了渠道工程本身的造价。美国多采用弹性人造橡胶、聚氯乙烯止水带作伸缩缝止水材料。日本则多采用止水板(即橡胶止水带)、沥青、沥青玛蹄脂及弹性玛蹄脂或密封胶。<sup>[1]</sup>我国以往在止水材料方面投资较少。刚性材料防渗渠道多用沥青砂浆、油毡、聚氯乙烯油膏等作伸缩缝止水材料, 但有的性能差, 有的造价较高, 施工技术复杂, 没有较好地解决生产中的问题。为此, 有必要进行伸缩缝材料的优选和相关施工技术等方面的研究

工作。结合渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范项目渠道防渗防冻胀技术集成子专题的研究工作, 我们在新修建的渠道上, 采用了焦油塑料胶泥、焦油塑料胶泥条、聚硫密封胶、遇水膨胀橡胶止水条等几种填缝材料进行对比实验, 其中聚硫密封胶、遇水膨胀橡胶止水条用作渠道伸缩缝填缝材料在国内尚属首例, 现将几种填缝材料的基本性能、施工方法、防渗效果及经济效益等介绍如下。

### 1 材料基本性能

#### 1.1 聚硫密封胶

这是一种室内硫化型的比较理想的密封胶, 通常分为单组份和双组份两种, 单组份由于储存稳定性差的问题至今尚未解决, 生产及应用单位较少。甲乙双组份的聚硫密封胶储存稳定性强, 而且由于在配方中加了适量的增黏树脂, 如酚醛、环氧树脂, 这

<sup>1</sup> 收稿日期: 2002-02-25

基金项目: 国家重大科技产业示范项目“渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范”(99-021-01-02)。

作者简介: 张慧莉, 女, (1969-), 河南浙川人, 工程师, 主要从事工程材料方面的研究。

些增黏树脂不仅与聚硫橡胶的相容性好, 而且能大幅度提高聚硫密封胶与混凝土面的粘接性能。聚硫密封胶具有弹性好, 综合性能较好, 耐化学介质, 长期耐水性好, 耐老化, 寿命长, 使用寿命达 30 年。<sup>[2]</sup> 它的物理、化学性能见表 1。

### 1.2 焦油塑料胶泥

水利部西北水科所在聚氯乙烯油膏的基础上, 研制出了性能与其相同、但造价比聚氯乙烯油膏低一半的新型伸缩缝止水材料——焦油塑料胶泥, 在传统热溶法施工的基础上, 又研制出了冷施工用的焦油塑料胶泥条。<sup>[3]</sup> 焦油塑料胶泥基本物理力学性能见表 2。

### 1.3 遇水膨胀橡胶止水条

橡胶主要是由高聚合度的碳、氢链构成, 是疏水性物质。如果橡胶中存在亲水性物质或基团, 遇水后就会因吸水膨胀。当遇水膨胀橡胶与水接触后, 水分子通过扩散、毛细及表面吸附等物理作用进入橡胶内, 与橡胶中的亲水性基团( 物质) 形成极强的亲和力。亲水物质不断吸收水分, 致使橡胶发生形变, 在橡胶自身抗形变力和渗透压差相当时, 测得的膨胀率即为静水最大膨胀率。<sup>[4]</sup>

表 1 聚硫密封胶的物理、力学性能

项 目	指 标	检测结果
适用期/h	2~6	4.8
表干时间/h	≤24	≤24
渗出性指数	≤4	3
下垂度/mm	≤3	/
流平性	光滑平整	光滑平整
低温柔性	≤- 30℃	-35℃
拉伸粘接强度/MPa	≥0.2	0.5
粘接最大伸长率/%	≥200	350
有无毒性	无毒性	无毒性

表 2 焦油塑料胶泥基本物理力学性能

项 目	技术指标	实测结果
耐热性能(80℃, 5h, mm)	下垂值≤4	2.5
低温柔性(- 20℃, 2h)	无裂纹	无裂纹
粘接延伸率/%	≥250	386
浸水粘接延伸率/%	≥200	260
回弹率/%	≥80	88.3
挥发率/%	≤3	1.3

表 3 遇水膨胀橡胶止水条物理、力学性能

项 目	实测指标
膨胀率/%	150~180
粘接延伸率/%	≥440
抗渗性/MPa	1.0
抗拉强度/MPa	≥0.07
抗剪切强度/MPa	≥0.14
耐冲性能	良好
耐高温性能	80℃时, 外观有光泽, 任意弯折仍柔软, 无裂纹, 有变形
耐低温性能	-20℃时, 外观形状和光泽基本保持原来形状, 柔性良好, 没有皱纹裂口

通常遇水膨胀橡胶在封闭条件下使用, 遇水后膨胀率并不能达到其静水最大膨胀率, 因此就产生了橡胶膨胀压力, 就可以发挥其密封止水作用。遇水膨胀橡胶止水条的基本物理、力学性能见表 3。

## 2 施工技术

胶是双组份密封材料, 产品施工操作比较方便, 但是要得到优良的性能, 则必须严格按照下列方法进行施工。

### 2.1 施工技术

2.1.1 施工前的准备 将缝内杂质油污清理干净, 可采用钢丝刷、吹风机、刷子等工具来清理。如果基层潮湿要用喷灯烤干, 最后用钢丝刷去除浮灰。有油污的地方可用丙酮或二甲苯擦洗干净, 否则会影响粘接效果。<sup>[5]</sup>

2.1.2 施工配比 将聚硫密封胶 A 组份( 白色) 和 B 组份( 黑色) 按 10:1 的比例配胶, 将 B 组份放入 A 组份充分搅拌均匀, 人工搅拌时间不少于 6 min, 机械搅拌不少于 4 min, 时间宜长不宜短, 以充分搅拌均匀为标准, 如搅拌不均匀将对聚硫密封胶的固化产生影响, 造成施工质量差, 影响防水密封效果。

2.1.3 刮涂施工 施工机具可采用 600 ml 大容量施胶枪, 也可采用油灰刮刀刮抹施工。施工程序为: 先刮涂缝两侧, 然后刮涂中间, 直到做平, 施工时要防止带入气泡。

2.1.4 质量检查 对施工完毕的部位要进行严格检查, 如有缺漏处应补平。密封材料表干时间较长, 固化前要注意防护, 防止水分进入, 放水试验要 6 d 后才能进行。为防止材料的大气老化、紫外线老化, 上部用 100<sup>#</sup> 水泥砂浆填平, 此种伸缩缝形式见图 1。

### 2.2 焦油塑料胶泥

热熔性焦油塑料胶泥。熬制焦油塑料胶泥的容器一般选用平底铝锅, 因其受热面积大而浅, 边搅边熔化, 受热均匀, 易达到灌缝所要求的温度。熔化胶泥时, 将胶泥切成 10 cm×10 cm 大, 3~6 cm 厚的块, 放入锅内, 缓慢加热, 不断搅拌, 炉火要适中, 不能用大火烘烤, 锅内胶泥温度控制在 120℃左右, 保持胶泥不鼓泡, 不冒黄烟、浓烟, 以免胶泥碳化。将熬好的胶泥用勺子均匀灌入缝腔, 此前应将缝腔清理干净, 先灌两侧, 后灌缝中部, 并用木条压实、压平。待固化后上浅填 100<sup>#</sup> 水泥砂浆, 这种类型的伸缩缝结构形式见图 2。

胶泥条。按设计要求在工厂预制成形, 施工简便, 将胶泥条嵌塞于清理好的缝中, 并保证平滑。胶泥条存在与周边粘接不紧密的现象, 故施工时要注

意胶泥条与缝腔两侧混凝土面的接触问题, 本实验中采用如图 3 的形式, 将胶泥条嵌于水泥砂浆中。如使用粘接剂, 防渗效果会更好, 但一会增加成本, 二会多一道工序, 而且周粘接剂之前对基面清理要求很严格。

2.3 遇水膨胀橡胶止水条

这种材料遇水时发生体积膨胀, 如果在无约束状态下使用, 易导致遇水膨胀橡胶在无约束方向自由膨胀, 作用于缝腔两侧的接触压力降低甚至为零, 止水效果下降。因此, 在施工中最好让其单向膨胀, 并限制其自由膨胀率。在缝腔底部用聚丙烯泡沫板或木板类垫托。在本次试验中, 由于缝深只有 4 cm, 在底部垫 0.5 cm 厚木板条, 将遇水膨胀橡胶止水条嵌塞于缝中, 上部剩 1 cm 填 100<sup>#</sup> 水泥砂浆。具体结构形式见图 4。

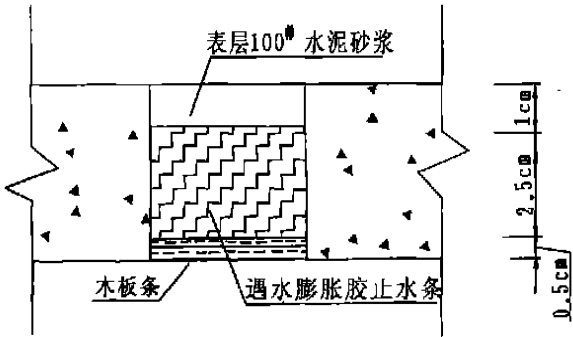


图 4 遇水膨胀橡胶止水条填缝结构设计

3 渗漏试验

为了比较几种填缝材料的抗渗性能, 在 D40 预制板安砌的 U 型渠道上, 选择 4 段具有代表性, 渠段顺直完整, 断面规则, 并有停水测渗可能的典型渠段采用静水法测定渠道渗漏损失, 其结果见表 4。这 4 段渠道观测段长均为 10 m, 两侧渗漏平衡段各均为 3 m。在试验段与渗漏平衡段之间修筑横隔堤, 横隔堤必须稳固、严密止水和防止渗漏变形。在渠段中间和两端分别设立水尺或水位测针, 然后向渠段和平衡区同时充水至设计水位。每隔一定时段  $t$ , 观测水位下降  $h$ , 每次观测后, 随即加水补充至设计水位。如此反复进行, 直至达到稳渗阶段。

表 4 不同填缝材料渠道静水法试验结果

试验段编号	防渗形式	填缝材料	稳渗强度 ( $L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )	初渗始量 ( $L \cdot m^{-2}$ )
1	D40 预制板安砌	聚硫密封胶	1.803	11.927
2	D40 预制板安砌	热熔性胶泥	2.012	12.870
3	D40 预制板安砌	胶泥条	3.237	11.928
4	D40 预制板安砌	遇水膨胀橡胶止水条	2.164	29.503

由表 4 可见: 在防渗形式和防渗材料相同时, 渗漏量由大到小的顺序为胶泥条> 遇水膨胀橡胶止水条> 热熔性胶泥> 聚硫密封胶。

4 经济性分析

采用统一缝宽, 断面面积为 20 cm×30 cm 的止水填缝材料, 其每 1 m 长造价分析结果见表 5。

表 5 几种填缝材料单位缝长造价

填缝形式	聚硫密封胶	胶泥条	热熔性胶泥	遇水膨胀橡胶止水条
价格/(元·m <sup>-1</sup> )	3.0	1.8	1.4	12

由表 5 可知, 从每 1 m 缝长造价来看, 遇水膨胀橡胶止水条> 聚硫密封胶> 胶泥条> 热熔性胶泥。

(下转第 50 页)

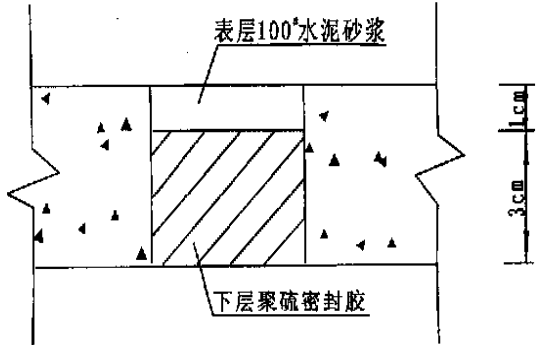


图 1 聚硫密封胶填缝结构设计

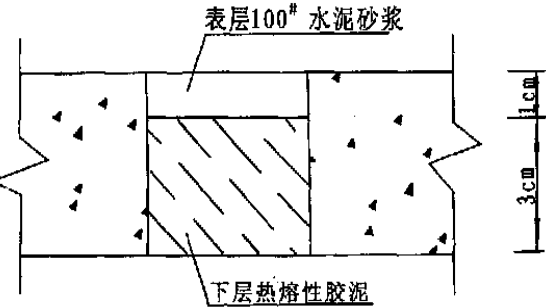


图 2 焦油塑料胶泥填缝结构设计

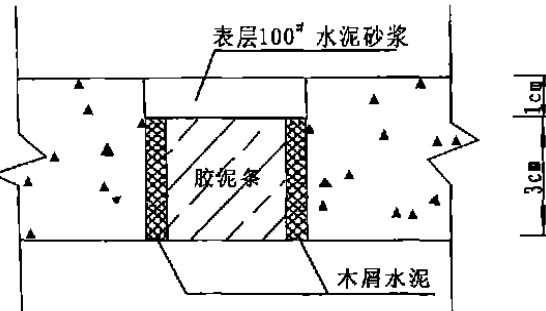


图 3 胶泥条填缝结构设计

$$F = m = K_0 T^{1-a} \tag{15}$$

灌水时间为:

$$T = (m/K_0)^{\frac{1}{1-a}} \tag{16}$$

式中:  $m$  以水层深度 (cm) 表示;  $K_0$  的单位为 cm/min;  $T$  的单位为 min。

2.3.2 畦长 畦首停止放水时, 水流的推进长度  $l$  由式(12)得到(此时  $t_0 = T$ ):

$$l = qT/[ \frac{1}{1-a}(1 + \frac{1}{1-a})D_0 + GK_0 T^{1-a} ] \tag{17}$$

把式(15)代入上式可得

$$l = qT/[ \frac{1}{1-a}(1 + \frac{1}{1-a})D_0 + Gm ] \tag{18}$$

对于封闭畦灌, 因为灌水必须不发生流失, 所以在畦首停止放水时, 进入畦田的总流量与畦长  $L$  上达到灌水定额  $m$  所需的水量相等, 即  $qt = mL$ , 代入式(18)得:

$$l = mL/[ \frac{1}{1-a}(1 + \frac{1}{1-a})D_0 + mG ]$$
$$= L/[ \frac{1}{1-a}(1 + \frac{1}{1-a})D_0/m + G ] = BL \tag{19}$$

其中:

$$B = 1/[ \frac{1}{1-a}(1 + \frac{1}{1-a})D_0/m + G ] \tag{20}$$

称为改水成数。由式(20), 畦长  $L$  的计算式为

$$L = l/B \tag{21}$$

参考文献:

[1] 许志方, 陈学敏. 畦田灌水技术试验[J]. 农田水利与小水电, 1984, 4(6).  
[2] 我国节水灌溉技术与发展状况综述[J]. 节水灌溉, 1997, (4).  
[3] 林性粹. 农田灌水质量指标的分析与评价[J]. 水利学报, 1996, (11).

(上接第 28 页)

在性能价格比计算中, 聚硫密封胶为 0.185, 胶泥条为 0.172, 热熔性胶泥为 0.355, 遇水膨胀橡胶止水条为 0.039, 可见, 从性能价格比来看, 热熔性胶泥 > 聚硫密封胶 > 胶泥条 > 遇水膨胀橡胶止水条。

## 5 结 语

从试验结果及经济效益分析来看, 遇水膨胀橡胶止水条, 施工时要在缝两侧预留孔隙, 下部垫托, 用料较省, 但由于施工要求高, 价格太高, 为我国渠道工程经济性要求所不允许, 所以, 不是渠道防渗工程用的理想填缝材料。

冷施工胶泥条用作填缝材料时, 因其与缝腔两侧接触不紧密, 需刷粘接剂或制作木屑水泥, 施工较

参考文献:

[1] 水利部农村水利司. 中国灌溉排水技术开发培训中心. 渠道防渗工程技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.  
[2] 许临, 林君辉, 鲁一晖, 等. 聚硫密封胶的研制及其工程应用[J]. 防渗技术, 1999, 5(1): 6- 8.  
[3] 李安国. 我国渠道防渗工程技术综述[J]. 防渗技术, 2000, 6(1): 1- 4  
[4] 水利水电规划设计总院. 止水防渗专辑. 地下工程技术[Z]. 1995.  
[5] 鲁一晖, 贾金生, 于晓中, 等. 新型 GB 止水防水材料及其在水利工程中的应用[J]. 防渗技术, 1998, 4(1): 1- 9.

式(16), (19), (20), (21) 即为确定畦灌灌水技术要素的公式。

实际中, 当畦长一定时, 可调节单宽流量  $q$  以满足要求。根据中科院孙仁华论证当畦长在 20~90 m 时, 田宽  $B = 0.134 L - 3.218$  灌水利用率最高。上述设计中入渗参数选择中一定要注意单位的选择。

## 3 讨 论

畦灌技术设计中主要确定灌水量、畦块长度、畦块宽度等, 但是设计中常常不注意(16)式中参数的单位, 因此, 使得设计结果差异较大, 为了更好的设计该项灌水技术中的技术要素, 必须注意:

(1) 合理的选择(16)式中的参数, 并注意其单位, 式(16)中的  $K$  值单位为 cm/min;

(2) 对于正常的畦灌技术来讲, 利用(16), (19), (20), (21)四个式子可设计对应灌水技术要素; 进行灌水技术质量评定时, 可用(3)式对灌水质量进行评定; 对于宽长比较大的畦灌(或块灌)技术来讲, 应在此方法的基础上考虑灌溉水流的横向扩散或改变配水方法。