

5. TB/T 2965—2018《铁路桥梁混凝土桥面防水层》第1号修改单

修改内容

一、修改第2章

增加下列规范性引用文件

- GB/T 528—2009 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
GB/T 1724 色漆、清漆和印刷油墨 研磨细度的测定
GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
GB/T 1728—2020 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
GB/T 6742 色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）
GB/T 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定
GB/T 9750 涂料产品包装标志
GB/T 10125—2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 14522 机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候老化试验方法 荧光紫外灯
GB/T 23457—2017 预铺防水卷材
HG/T 2458 涂料产品检验、运输和贮存通则
JC/T 975—2005 道桥用防水涂料
JC 1066—2008 建筑防水涂料中有害物质限量

二、修改 3.1.2 条

修改为：

- 3.1.2 涂料类防水层包括聚氨酯涂料防水层、喷涂橡胶沥青防水层以及薄涂型聚氨酯防水层。

三、增加 3.1.3 条

- 3.1.3 喷涂橡胶沥青防水层应符合附录 A 的相关规定。

四、增加 3.1.4 条

- 3.1.4 薄涂型聚氨酯防水层应符合附录 B 的相关规定。

五、增加 3.2.5 条

- 3.2.5 喷涂橡胶沥青防水层适用于混凝土桥面。

六、增加 3.2.6 条

- 3.2.6 薄涂型聚氨酯防水层适用于无砟轨道混凝土桥面和有砟轨道混凝土桥面电缆槽。

七、增加附录 A

附录 A
(规范性)
喷涂橡胶沥青防水层

A.1 分类与标记

A.1.1 分类

喷涂橡胶沥青防水层按照性能分为 I 型和 II 型。

A.1.2 标记

喷涂橡胶沥青防水层按名称、用途、分类的顺序标记为“LR-B-I”和“LR-B-II”，其中 LR 是喷涂橡胶沥青的简称，B 表示桥梁工程，I 和 II 为防水材料类型。

A.2 技术要求

A.2.1 外观

A.2.1.1 组分

橡胶沥青乳液（A 组分）搅拌后应均匀，无凝胶、结块和丝状物；促凝剂（B 组分）无结块，溶于水后能形成均匀的液体。

A.2.1.2 防水层

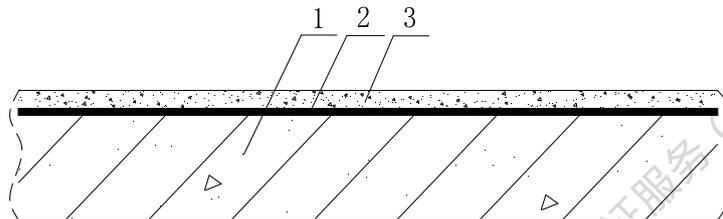
喷涂完成后，防水层涂膜应喷涂均匀，不应流淌、露底、划伤或龟裂，且与基面之间不应有空鼓、分层。

A.2.2 喷涂厚度

喷涂橡胶沥青防水层在桥面防护墙（挡砟墙）之间的设计厚度不应小于 2.0mm，在桥面电缆槽内的设计厚度不应小于 1.5mm。喷涂完成后，防水层涂膜的平均厚度应符合设计厚度要求，最小厚度不应小于设计厚度的 80%。

A.2.3 防水构造

桥梁防水构造见图 A.1。



标引序号说明：

- 1——混凝土结构层；
- 2——喷涂橡胶沥青防水层；
- 3——混凝土保护层。

图 A.1 桥梁防水构造示意

A.2.4 物理力学性能

喷涂橡胶沥青防水材料物理力学性能指标应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 喷涂橡胶沥青防水材料物理力学性能

序号	项目		技术要求			
			LR-B-I	LR-B-II		
1	固体含量 (A组分)		55%~75%			
2	凝胶时间	s	≤5			
3	耐热度 [(140±2) °C]		无流淌、无滑动、无滴落			
4	不透水性 (0.4MPa, 2h)		不透水			
5	黏结强度	MPa	干燥基面	≥0.6		
			潮湿基面	≥0.6		
6	弹性恢复率		≥85%			
7	钉杆自愈性		无渗漏			
8	吸水率		≤2.0%			
9	低温柔性	无处理		-30℃无裂纹、无断裂	-40℃无裂纹、无断裂	
		碱处理				
		酸处理				
		盐处理				
		热处理				
		紫外线处理				
10	拉伸性能	拉伸强度 MPa		≥1.2		
		断裂伸长率	无处理		≥1000%	
			碱处理		≥800%	
			酸处理			
			盐处理			
			热处理			
			紫外线处理			
11	抗冲击性能 (1.0kg·m)		无渗漏			
12	接缝变形能力		1×10 ⁴ 次循环无裂纹、无断裂			
13	抗裂疲劳性能		2×10 ⁶ 次循环无裂纹、无剥离			

A.2.5 有害物质限量

A组分的有害物质限量应符合 JC 1066—2008 中水性防水涂料的 A 级规定。

A.2.6 氯离子

B 组分不应含氯离子，金属盐类浓度宜为 3.0%~20.0%。

A.3 试验方法

A.3.1 标准试验条件

标准试验条件应为：温度 (23±2) °C，相对湿度 (50±10) %。

A.3.2 涂膜试件制备

喷涂作业前应根据产品 A 组分实际固体含量计算确定液料的理论用量，底模尺寸不宜小于 2m

×2m。涂膜制备采用喷涂设备将 A、B 组分喷涂至底模进行制样，涂膜厚度应为 (2.0±0.2) mm。涂膜在标准试验条件下养护 120 h 后，再在 (40±2) °C 的电热鼓风干燥箱中养护 48h，取出后在标准试验条件下养护 4 h，在涂膜中截取试验用试件，再进行物理力学性能测试。

A.3.3 外观

A.3.3.1 组分

A 组分搅拌后目测检查，B 组分目测检查。

A.3.3.2 防水层

按 GB/T 16777 的规定制备 2 块水泥砂浆板，尺寸为 200mm×200mm×20mm，用 2 号砂纸清除表面浮浆。采用喷涂设备将 A、B 组分喷涂至 2 块水泥砂浆板表面制备防水层试件，两种设计厚度的防水层试件各 1 个，喷涂面积 200mm×200mm。喷涂完成后，在标准条件下水平放置养护 24h 以上，目测检查防水层涂膜。

A.3.4 喷涂厚度

针对 A.3.3.2 制备的 2 个试件，用具有尖锐测针的数显面差尺检测防水层涂膜厚度，数显面差尺的量程不应大于 10mm，精度 0.01mm。将数显面差尺平放在涂膜表面保持恒压，测针接触涂膜表面时读数清零，缓慢调节测针垂直刺入涂膜直至接触水泥砂浆板表面时读数即为涂膜厚度。每个试件随机检测 10 处，取平均值和最小值，测量结果精确至 0.01mm。

A.3.5 固体含量

将 A 组分搅匀后，取 (10±1) g 的试样倒入已干燥称量的 (65±5) mm 的培养皿 (m_0) 中，立即称量 (m_1)，然后放入 (105±2) °C 烘箱中，恒温 3h，取出放入干燥器中冷却 2h，然后称量 (m_2)。

固体含量按公式 (A.1) 计算：

$$X = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

X——固体含量（质量分数）；

m_0 ——培养皿质量，单位为克（g）；

m_1 ——干燥前试样和培养皿质量，单位为克（g）；

m_2 ——干燥后试样和培养皿质量，单位为克（g）。

试验结果取两次平行试验的算术平均值，结果计算精确到 1%。

A.3.6 凝胶时间

在标准试验条件下，按实际应用比例配制 50mL 促凝剂（B 组分）水溶液倒入 200mL 烧杯中，然后加入约 10mL 喷涂橡胶沥青乳液（A 组分），并充分搅拌。记录乳液加入至不流动的时间，即为凝胶时间。

A.3.7 耐热度

将 A 组分搅匀后，分 3 次~5 次涂覆，每次间隔不超过 1h，在表面干净的铝板上，涂覆面积为 100mm×50mm，总厚度为 (1.0±0.2) mm；或将 A、B 组分喷涂于表面干净的铝板上制备试件。在标准试验条件下将试件养护 168 h，然后将铝板垂直悬挂在已调节到规定温度的电热鼓风干燥箱内，试件与干燥箱壁间的距离不小于 50mm，试件的中心宜与温度计的探头在同一位置，在 A.2.4 中规定的温度下放置 5 h 后取出，目测观察表面是否有流淌、滑动、滴落现象。

A.3.8 不透水性

按 GB/T 16777 的规定进行试验。

A.3.9 黏结强度

A.3.9.1 干燥基面

按 GB/T 16777 的规定制备水泥砂浆块，尺寸为 70mm×70mm×20mm。将五块砂浆块用 2 号砂纸清除表面浮浆，采用刷涂方式将搅拌均匀的 A 组分涂覆于砂浆块表面，涂层厚度为 (1.0±0.2) mm；或将 A、B 组分喷涂于砂浆块上制备试件。将制备的试件在标准条件下养护 168h，用高强度胶粘剂将拉伸上夹具与涂料面粘贴在一起，小心除去周围溢出的胶粘剂，在标准条件下水平放置养护 24h~48h。然后沿上夹具边缘一圈用刀切割涂膜至基面，使试验面积为 40mm×40mm。按 GB/T 16777 中黏结强度的规定进行试验。

A.3.9.2 潮湿基面

按 GB/T 16777 的规定制备水泥砂浆块，尺寸为 70mm×70mm×20mm。将五块砂浆块用 2 号砂纸清除表面浮浆，浸入 (23±2) °C 的水中浸泡 24h。从水中取出砂浆块用湿毛巾揩去水渍，晾置 5min 后，采用刷涂方式将搅拌均匀的 A 组分涂覆于砂浆块表面，涂层厚度为 (1.0±0.2) mm；或将 A、B 组分喷涂于砂浆块上制备试件。制备的试件在温度为 (20±1) °C、相对湿度不小于 90% 的条件下养护 168h，取出后在标准试验条件下放置 4h，用高强度胶粘剂将拉伸上夹具与涂料面粘贴在一起，小心除去周围溢出的胶粘剂，在标准条件下水平放置养护 24h~48h。然后沿上夹具边缘一圈用刀切割涂膜至基面，使试验面积为 40mm×40mm。按 GB/T 16777 中黏结强度的规定进行试验。

A.3.10 弹性恢复率

裁取符合表 A.2 规定的试件，在试件中间划两条间距 25mm 的平行标线，然后将标线间距离从 25mm 拉伸至 150mm，保持该状态 1h。然后将试件取下，放置在铺有滑石粉的光滑表面上，在标准试验条件下放置 24h，然后测量每个试件的标线间距离 L_2 ，精确到 0.1mm。

弹性恢复率按公式 (A.2) 计算：

$$R = (L_1 - L_2) / (L_1 - L_0) \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

R——弹性恢复率；

L_0 ——试件标线间初始距离 (25mm)，单位为毫米 (mm)；

L_1 ——试件拉伸后标线间距离 (150mm)，单位为毫米 (mm)；

L_2 ——试件恢复后标线间距离，单位为毫米 (mm)。

试验结果取五个试件的算术平均值，结果计算精确到 1%。

A.3.11 钉杆自愈性

裁取符合表 A.2 规定的试件，在标准试验条件下，将试件轻放在厚度不小于 10mm，与试件同样大小的胶合板上叠合。将两颗长 (30±4) mm、直径 (1.8~2.0) mm 的无翼镀锌钉从涂膜表面的中心位置钉入胶合板，两颗钉子之间相距 (25~50) mm。当钉帽与涂膜表面平齐后拔出钉子。共制备两块试件。

将一直径 (150~250) mm，高度不小于 150mm 的圆管居中放在水平放置的试件表面，并用密封胶密封在涂膜上，在标准试验条件下养护 24 h。将养护好的试件放在直径与圆管相近的罐子上，然后向圆管中加蒸馏水，水位高度为 (130±3) mm，再将其移入 (4±2) °C 的冰箱中，放置 3d。

观察罐子中、胶合板底部有无水渍。倒掉圆管中的水并拭干，揭下试件，目测观察试件背面有

无水渍，无水渍即认为无渗漏。

A.3.12 吸水率

将符合表 A.2 规定的试件在标准试验条件下放置 24 h，采用精度为 0.1 mg 的天平进行称量，得到试件质量 m_1 ，然后浸入 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的水中 24 h，取出并用滤纸吸干表面水渍，立即称量得到试件质量 m_2 。

试件从水中取出到称量完毕应在 1min 内完成。

吸水率按公式 A.3 计算：

$$R = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

R——吸水率；

m_1 ——浸水前试件质量，单位为克 (g)；

m_2 ——浸水后试件质量，单位为克 (g)。

试验结果取两次平行试验的算术平均值，结果计算精确到 1%。

A.3.13 低温柔性

A.3.13.1 无处理

按 GB/T 16777 的规定进行试验，圆棒直径 (10 ± 1) mm。

A.3.13.2 碱处理

按 GB/T 16777 的规定进行试验。

A.3.13.3 酸处理

按 GB/T 16777 的规定进行试验。

A.3.13.4 盐处理

裁取符合表 A.2 规定的试件，浸入 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的 10% 的氯化钠溶液中，每 400mL 溶液放入三个试件，液面高出试件上表面 10 mm 以上。连续浸泡 168 h 后取出试件，用水冲洗，用滤纸吸干水后在标准试验条件下放置 4 h，再按 A.3.13.1 的方法进行试验。

A.3.13.5 热处理

按 GB/T 16777 的规定进行试验。

A.3.13.6 紫外线处理

按 GB/T 16777 的规定进行试验。

A.3.14 拉伸性能

A.3.14.1 无处理

裁取符合表 A.2 的试件，按 GB/T 16777 的规定进行试验，标线间距离为 20 mm，拉伸速度为 (500 ± 50) mm/min。

A.3.14.2 碱处理

裁取符合表 A.2 的试件，按 A.3.13.2 的方法处理。然后裁取哑铃 2 型试件，按 A.3.14.1 的规

定进行试验。

A. 3. 14. 3 酸处理

截取符合表 A. 2 的试件，按 A. 3. 13. 3 的方法处理。然后截取哑铃 2 型试件，按 A. 3. 14. 1 的规定进行试验。

A. 3. 14. 4 盐处理

截取符合表 A. 2 的试件，按 A. 3. 13. 4 的方法处理。然后截取哑铃 2 型试件，按 A. 3. 14. 1 的规定进行试验。

A. 3. 14. 5 热处理

截取符合表 A. 2 的试件，按 A. 3. 13. 5 的方法处理。然后截取哑铃 2 型试件，按 A. 3. 14. 1 的规定进行试验。

A. 3. 14. 6 紫外线处理

截取符合表 A. 2 的试件，按 A. 3. 13. 6 的方法处理。然后截取哑铃 2 型试件，按 A. 3. 14. 1 的规定进行试验。

A. 3. 15 抗冲击性能

按 GB/T 23457—2017 中 6. 12 规定的方法进行试验，其中落锤（包括穿刺工具）的质量共为（1000 ± 2）g。

A. 3. 16 接缝变形能力

按 JC/T 975—2005 中 6. 20 的规定进行试验，喷涂厚度（2. 0~2. 2）mm。

A. 3. 17 抗裂疲劳性能

按附录 C 的规定进行试验。

A. 3. 18 有害物质限量

按 JC 1066—2008 中水性防水材料的规定进行试验。

A. 3. 19 氯离子

按实际应用比例配制促凝剂（B 组分）水溶液，取 30mL 促凝剂于洁净的 50mL 的玻璃试管中，加入过量浓度（质量分数）为 5%硝酸钡溶液至肉眼看不出沉淀产生，静置一段时间分层后，取上清液，重复上述步骤，直至不再产生沉淀为止；然后静置分层后，取上清液，加入浓度（质量分数）为 8%硝酸银溶液，目视检验，若不产生白色块（片）状沉淀，则判定 B 组分不含有氯离子；若产生白色块（片）状沉淀，则判定 B 组分含有氯离子。

A. 3. 20 试件规格及数量

试件规格及数量应符合表 A. 2 的规定。

表 A.2 试件规格及数量

序号	项目	试件尺寸或形状 mm	数量 个	试件制备	
1	外观（防水层）	200×200	2	A. 3. 3. 2	
2	喷涂厚度				
3	耐热度	100×50	3	A. 3. 7	
4	不透水性	150×150	3	A. 3. 8	
5	黏结强度	70×70	10	A. 3. 9	
6	弹性恢复率	GB/T 528—2009规定的哑铃1型	5	A. 3. 2	
7	钉杆自愈性	300×300	2		
8	吸水率	50×50	2		
9	低温柔性	100×25	无处理		3
			碱处理		3
			酸处理		3
			盐处理		3
			热处理		3
			紫外线处理		3
10	拉伸性能	120×30 (处理后截取GB/T 528—2009规定的哑铃2型)	无处理		5
			碱处理		5
			酸处理		5
			盐处理		5
			热处理	5	
			紫外线处理	5	
11	抗冲击性能	300×300	5		
12	接缝变形能力	JC/T 975—2005中6. 16. 2规定的类型1	2	A. 3. 16	
13	抗裂疲劳性能	附录C的规定	1	A. 3. 17	

A. 4 检验规则

A. 4. 1 检验分类

检验分为出厂检验、型式检验和进场检验。

A. 4. 2 出厂检验

A. 4. 2. 1 喷涂橡胶沥青防水材料以同一品种、同一批次的 A 组分产品 60t 为一批进行检验，不足 60t 按一批计。

A. 4. 2. 2 出厂检验项目应符合表 A. 3 的规定。

A. 4. 2. 3 产品出厂前应检验合格，并附合格证后方可出厂。

A. 4. 3 型式检验

A. 4. 3. 1 有下列情况之一时，应针对喷涂橡胶沥青防水材料进行型式检验：

a) 产品投产时；

- b) 正常生产满一年时；
- c) 转场生产时；
- d) 原材料、工艺等发生变化时；
- e) 产品停产6个月及以上恢复生产时；
- f) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

A.4.3.2 型式检验项目应符合表 A.3 的规定。

A.4.4 进场检验

A.4.4.1 喷涂橡胶沥青防水材料以同一厂家、同一品种、同一批次的 A 组分产品 60t 为一批进行检验，不足 60t 按一批计。

A.4.4.2 进场检验项目应符合表 A.3 的规定。

表 A.3 喷涂橡胶沥青防水材料检验项目

序号	项目		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款	出厂检验	型式检验	进场检验	
1	外观	组分	A.2.1.1	A.3.3.1	√	√	√	
		防水层	A.2.1.2	A.3.3.2	—	√	—	
2	喷涂厚度		A.2.2	A.3.4	—	√	—	
3	固体含量 (A组分)		A.2.4	A.3.5	√	√	√	
4	凝胶时间		A.2.4	A.3.6	√	√	√	
5	耐热度		A.2.4	A.3.7	√	√	√	
6	不透水性		A.2.4	A.3.8	√	√	√	
7	黏结强度	干燥基面	A.2.4	A.3.9.1	√	√	√	
		潮湿基面	A.2.4	A.3.9.2	√	√	√	
8	弹性恢复率		A.2.4	A.3.10	—	√	—	
9	钉杆自愈性		A.2.4	A.3.11	—	√	—	
10	吸水率		A.2.4	A.3.12	—	√	—	
11	低温柔性	无处理	A.2.4	A.3.13.1	√	√	√	
		碱处理	A.2.4	A.3.13.2	—	√	—	
		酸处理	A.2.4	A.3.13.3	—	√	—	
		盐处理	A.2.4	A.3.13.4	—	√	—	
		热处理	A.2.4	A.3.13.5	—	√	—	
		紫外线处理	A.2.4	A.3.13.6	—	√	—	
12	拉伸性能	拉伸强度		A.2.4	A.3.14.1	√	√	√
		断裂伸长率	无处理	A.2.4	A.3.14.1	√	√	√
			碱处理	A.2.4	A.3.14.2	—	√	—
			酸处理	A.2.4	A.3.14.3	—	√	—
			盐处理	A.2.4	A.3.14.4	—	√	—
			热处理	A.2.4	A.3.14.5	—	√	—
			紫外线处理	A.2.4	A.3.14.6	—	√	—
13	抗冲击性能		A.2.4	A.3.15	—	√	—	
14	接缝变形能力		A.2.4	A.3.16	—	√	—	

表 A.3 喷涂橡胶沥青防水材料检验项目 (续)

序号	项目	技术要求 对应条款	试验方法 对应条款	出厂检验	型式检验	进场检验
15	抗裂疲劳性能	A.2.4	A.3.17	—	√	—
16	有害物质限量	A.2.5	A.3.18	—	√	—
17	氯离子	A.2.6	A.3.19	—	√	—

注：“√”表示是检验项目，“—”表示非检验项目。

A.4.5 抽样

在每批喷涂橡胶沥青产品中随机抽取两组样品，一组样品用于检验，另一组样品封存备用。每组样品由 A 组分和 B 组分组成，抽样基数不应少于 500kg。每组样品中，A 组分至少 5kg，抽样前应搅拌均匀；B 组分应按喷涂比例抽取。抽样样品可由检测机构或生产企业喷涂制样。

A.4.6 判定规则

A.4.6.1 出厂检验和进场检验均符合表 A.3 规定的全部要求时，判该批产品合格。物理力学性能若有两项或两项以上指标不符合规定，则判该批产品物理力学性能不合格；若仅有一项指标不符合规定，应对不合格项进行加倍抽样和复检，复检结果均达到规定时，则判定该批产品物理力学性能合格。

A.4.6.2 型式检验均符合表 A.3 规定的全部要求时，判为合格。

A.5 标志、包装、运输和储存

A.5.1 标志

每一独立包装应有合格证，并注明产品名称、产品标记、商标、生产厂名、生产日期、产品标准编号和储存期。

A.5.2 包装

A 组分宜用塑料桶或衬塑铁桶密闭包装，B 组分采用袋装或桶装。

A.5.3 运输和储存

运输与储存时，不同类型的产品应分别堆放，不应混杂。避免日晒雨淋，注意通风，储存温度为 5℃~40℃。自生产之日起，A 组分保质期至少为 6 个月。

八、增加附录 B

附录 B

(规范性)

薄涂型聚氨酯防水层

B.1 组成

防水层由封闭层、防水底层、防水面层组成。封闭层由封闭漆形成，防水底层由薄涂型聚氨酯防水底漆 (PPU-M1) 形成，防水面层由薄涂型聚氨酯防水面漆 (PPU-M2) 形成。

B.2 使用环境温度

环境温度： $\geq -40^{\circ}\text{C}$ 。

B.3 技术要求

B.3.1 原材料

B.3.1.1 封闭漆

封闭漆采用环氧类材料，技术要求及检验项目应符合表B.1的规定。

表 B.1 封闭漆技术要求及检验项目

序号	项目		技术要求	试验方法	进场检验	型式检验
1	不挥发物含量		20%~30%	GB/T 1725	√	√
2	细度 μm		≤ 20	GB/T 1724	√	√
3	干燥时间	表干 h	≤ 2	GB/T 1728—2020 甲法	√	√
		实干 h	≤ 24	GB/T 1728—2020 乙法	√	√
4	附着力 MPa		≥ 3.0	GB/T 5210	√	√

注：“√”表示是检验项目。

B.3.1.2 薄涂型聚氨酯防水漆

薄涂型聚氨酯防水底漆采用芳香族树脂制备，薄涂型聚氨酯防水面漆采用脂肪族树脂制备，技术要求及检验项目应符合表B.2的规定。

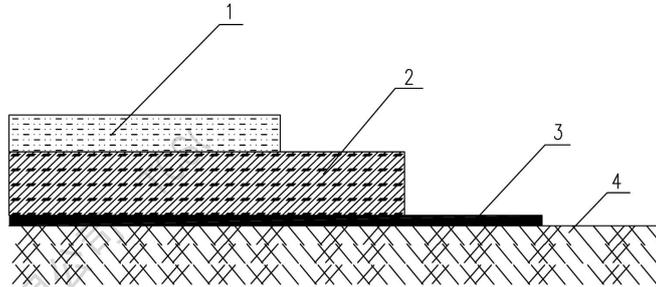
表 B.2 薄涂型聚氨酯防水漆（PPU-M1、PPU-M2）技术要求及检验项目

序号	项目		技术要求		试验方法	进场检验	型式检验
			PPU-M1	PPU-M2			
1	不挥发物含量		$\geq 65\%$	$\geq 65\%$	GB/T 1725	√	√
2	细度 μm		≤ 50	≤ 30	GB/T 1724	√	√
3	适用期 min		≥ 50	≥ 60	B.4.1.3	—	√
4	干燥时间	表干 h	≤ 3	≤ 3	GB/T 1728—2020 甲法	√	√
		实干 h	≤ 24	≤ 24	GB/T 1728—2020 乙法	√	√
5	附着力 MPa		≥ 3.0	≥ 3.0	GB/T 5210	—	√
6	拉伸强度 MPa		≥ 10	≥ 7	B.4.1.4	√	√
7	拉断伸长率		$\geq 200\%$	$\geq 80\%$	B.4.1.4	√	√
8	低温柔性 (-30°C) mm		≤ 2	≤ 2	B.4.1.5	—	√

注：“√”表示是检验项目，“—”表示非检验项目。

B.3.2 防水层

防水层总厚度不应小于 600 μm ，不宜大于 800 μm ，其底层的干膜厚度不应小于 400 μm ，面层的干膜厚度不应小于 200 μm ，防水层构造如图 B.1 所示。防水层可用于轨道板间、轨道板与防护墙间、电缆槽内。防水层性能技术要求及检验项目应符合表 B.3 的规定。



标引序号说明：

- 1——防水面层（PPU-M2）；
- 2——防水底层（PPU-M1）；
- 3——封闭层（封闭漆）；
- 4——混凝土基层。

图 B.1 防水层构造示意

表 B.3 薄涂聚氨酯防水层技术要求及检验项目

序号	项目		技术要求	试验方法	进场检验	型式检验
1	外观		涂层均匀、无色差、无流挂、无斑点、不起泡、不龟裂、不剥落	B.4.2.2	—	√
2	厚度	μm	底层： ≥ 400	B.4.2.1	—	√
			面层： ≥ 200	B.4.2.1	—	√
			防水层： ≥ 600 且 ≤ 800	B.4.2.1	—	√
3	附着力	MPa	≥ 3.0	GB/T 5210	—	√
4	耐温变性（5个循环）		防水层无破坏	B.4.2.4	—	√
5	耐碱性[饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，10d]		不起泡、不龟裂、不剥落	GB/T 9274	—	√
6	耐盐雾性能（1000h）		不起泡、不龟裂、不剥落	GB/T 10125 —2021 中性盐雾	—	√
7	耐紫外老化性	1000h	无明显变色	GB/T 14522	—	√
		3000h	无龟裂、无剥落	GB/T 14522	—	√
8	不透水性 (防水层厚度 600 μm ~700 μm , 0.3MPa, 24h)		不透水	B.4.2.5	—	√

注：“√”表示是检验项目，“—”表示非检验项目。

B.4 试验方法

B.4.1 原材料

B.4.1.1 封闭漆、薄涂型聚氨酯防水漆均是在各组分混合均匀后进行性能测试。

B.4.1.2 不挥发物含量、细度、适用期、干燥时间、附着力测定按表 B.2 规定进行。

B. 4. 1. 3 多组分涂料适用期测定：用至少 200g 的涂料主剂和其他组分按产品要求比例调制均匀，放入直径不小于 50mm、容积不小于 300ml 的容器中，在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的条件下放置，观察无凝胶现象的时间。

B. 4. 1. 4 拉伸强度、拉断伸长率测定：防水层要求制成自由膜。底层和面层要求自由膜厚度为 $(200 \sim 500) \mu\text{m}$ ，在 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 环境条件下养护 24h 后放入 $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中，烘 1h，取出，自然冷却后，将自由膜裁成 GB/T 528—2009 规定的哑铃状 I 型试样，在 $(250 \pm 50) \text{mm}/\text{min}$ 移动速度的试验机上进行测定。

B. 4. 1. 5 低温柔性测定：将试样放置在温度为 -30°C 的低温箱内保温 2h 后按 GB/T 6742 规定进行。

B. 4. 2 防水层

B. 4. 2. 1 按照附录 D 制备 1 块水泥样板，采用喷涂设备在试件表面喷涂 PPU-M1，喷涂面积 $150\text{mm} \times 75\text{mm}$ ；在试件 PPU-M1 表面喷涂 PPU-M2，喷涂面积 $75\text{mm} \times 75\text{mm}$ 。试件在 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 环境条件下养护 7d。切片后用游标卡尺检测涂膜厚度，底层和防水层厚度各随机检测 3 处，底层涂膜厚度平均值为底层厚度，防水层涂膜厚度平均值为防水层厚度，后者与前者的差值为面层厚度。

B. 4. 2. 2 防水层实干后，外观应目视检查。

B. 4. 2. 3 按照附录 D 制备水泥样板。在水泥样板上，按 B. 3. 2 要求依次涂装封闭漆、PPU-M1 和 PPU-M2，干燥 7d 后进行附着力、耐温变性、耐碱性、耐盐雾性能、耐紫外老化性测定。附着力、耐碱性、耐盐雾性能、耐老化性能测定按表 B. 3 规定进行。

B. 4. 2. 4 耐温变性测定： 60°C 热烘 2h，室温下水中浸泡 6h， -40°C 冷冻 16h，为 1 个循环，连续做 5 个循环。

B. 4. 2. 5 不透水性测定：防水层要求制成自由膜，底层厚度应大于或等于 $400 \mu\text{m}$ ，面层厚度应大于或等于 $200 \mu\text{m}$ ，但总厚度小于或等于 $700 \mu\text{m}$ ，在 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 环境条件下养护 7d 后，按 GB/T 16777 规定进行。

B. 5 检验规则

B. 5. 1 检验分类

检验分为型式检验和进场检验。

B. 5. 2 型式检验

B. 5. 2. 1 有下列情况之一者，应对薄涂型聚氨酯防水材料进行型式检验：

- a) 新产品投产时；
- b) 原材料、配合比、工艺有改变时；
- c) 转场生产时；
- d) 正常生产时，耐紫外线老化（3000h）每 2 年进行一次，其他项目每年进行 1 次。

B. 5. 2. 2 型式检验项目应符合表 B. 1、表 B. 2、表 B. 3 的规定。

B. 5. 3 进场检验

B. 5. 3. 1 以相同生产厂家、同品种、同批号连续生产的材料按封闭漆 5t、底漆 20t、面漆 10t 为一批次（封闭漆不足 5t、底漆不足 20t、面漆不足 10t 时按一个批次计）。

B. 5. 3. 2 封闭漆进场检验项目应符合表 B. 1 的规定；防水底漆、面漆进场检验项目应符合表 B. 2 的规定。

B.5.4 判定规则

B.5.4.1 进场检验均符合表 B.1、表 B.2 规定的要求时，即判为整批合格。若有一项技术要求不合格时，应双倍抽样检验该项目，若全部合格，判定该项合格；若仍不合格，则判该批不合格。

B.5.4.2 型式检验均符合表 B.1、表 B.2 和表 B.3 规定的全部要求时，判为合格。

B.6 标志、包装、运输和储存

B.6.1 包装桶形状、尺寸和包装方法符合 GB/T 13491 规定。

B.6.2 产品包装标志按 GB/T 9750 规定进行。

B.6.3 运输和储存按 HG/T 2458 规定进行。

B.6.4 自生产之日算起，储存保质期为 12 个月。

九、增加附录 C

附录 C

(规范性)

喷涂橡胶沥青防水层抗裂疲劳性能试验方法

C.1 试验目的

检验钢筋混凝土结构受拉区表面喷涂橡胶沥青防水层的抗裂疲劳性能。

C.2 试件制备

C.2.1 制作 1 片钢筋混凝土模型梁，梁体混凝土强度等级为 C50，采用 42.5 级硅酸盐水泥，石子最大粒径不应大于 20mm，混凝土坍落度应为 (120 ± 20) mm。模型梁截面高 0.4m、宽 0.25m，全长 4.5m。模型梁的配筋构造应符合图 C.1 和图 C.2 的规定，包括 6 根纵向钢筋和 37 根箍筋。其中纵向钢筋 A 通长顺直布置，纵向钢筋 B 在距梁端面 0.65m 处沿 45° 角向上弯起。模型梁顶部宜预埋 2 根 U 型钢筋 ($\Phi 20$) 以作为吊点，吊点钢筋预埋位置见图 C.1。在室温下养护至抗压强度达到 30MPa 以上可脱模，脱模后模型梁应保证无表面缺陷，脱模后应继续养护 14d 以上且应保证抗压强度达到 50MPa。

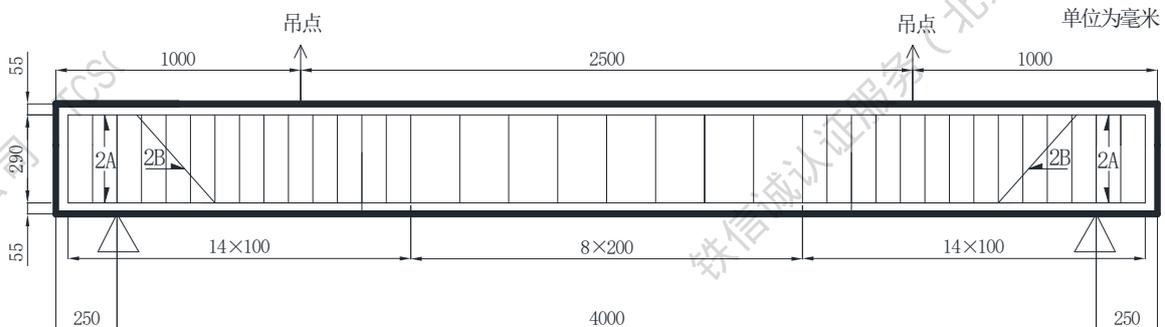
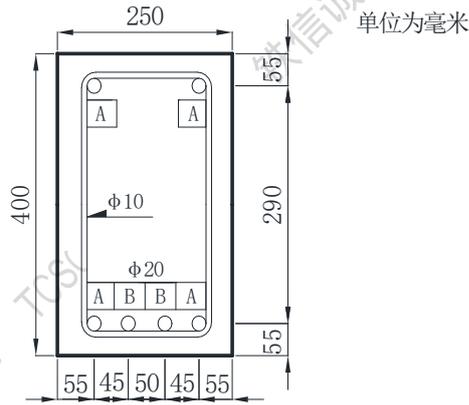


图 C.1 4.5m 钢筋混凝土模型梁配筋构造立面



标引序号说明:

A——纵向通长钢筋;

B——纵向弯起钢筋。

图 C.2 4.5m 钢筋混凝土模型梁配筋构造截面

C.2.2 在模型梁底面喷涂橡胶沥青防水材料, 喷涂面积为跨中 $3.5\text{m} \times 0.25\text{m}$ 范围, 防水层喷涂厚度应为 $(2.0 \pm 0.2)\text{mm}$ 。防水层应在室温下养护 7d 以上后再进行试验加载。

C.3 试验准备

C.3.1 将模型梁吊装至试验机正下方。模型梁两端的底部各放置 1 个支座, 支座承载力不小于 100kN。支点中心至梁端 0.25m, 梁底面至地面的高度不小于 0.5m。

C.3.2 采用 1 片分配钢梁和 2 个小型钢支座将试验机单点荷载转化为双点对称荷载。试验机荷载作用于分配梁的中心, 模型梁上两个加载点之间的等弯矩段长 1.5m, 加载位置见图 C.3。

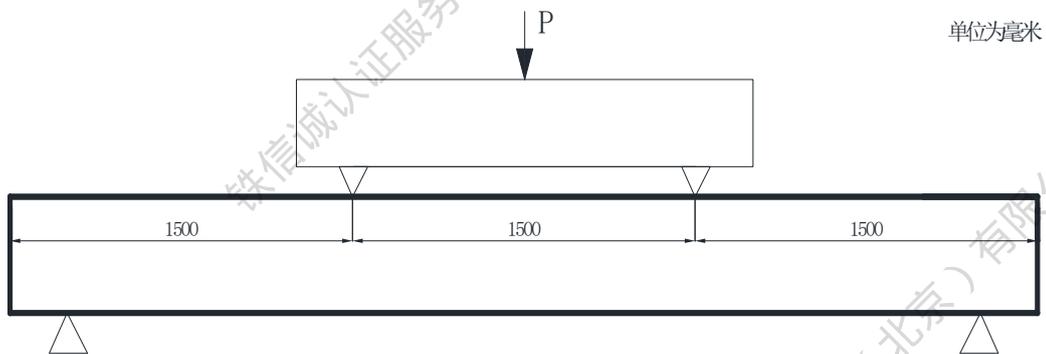


图 C.3 4.5m 钢筋混凝土模型梁加载位置示意

C.3.3 采用带有放大和测量功能的裂缝观测仪测量梁体侧面的裂缝宽度。裂缝观测仪的精度应达到 0.02mm。

C.3.4 试验用疲劳试验机的加载吨位不应小于 200kN, 输出荷载的准确度应达到 1%。

C.4 试验加载

C.4.1 对模型梁进行分级加载, 以荷载控制模式进行静力加载, 荷载增量为 10kN, 直到梁体侧面首次出现不少于 5 条竖向裂缝, 且最大裂缝宽度应达到 0.25mm。分级加载的时间间隔为 $(1 \sim 2)\text{min}$ 。

C.4.2 重新对模型梁进行分级加载, 荷载增量为 10kN, 直到梁体侧面裂缝宽度达到 0.05mm, 记录此时对应的试验机输出荷载作为疲劳试验加载的下限荷载 P_L (P_L 不应小于 10kN); 之后继续加载至最大裂缝宽度达到 0.25mm, 记录此时对应的试验机输出荷载作为疲劳试验加载的上限荷载 P_U 。

C.4.3 以 P_L 和 P_U 分别作为下限荷载和上限荷载进行疲劳试验，试验机加载频率应为 (2~4) Hz，应连续加载 2×10^6 次。

C.5 试验步骤和记录

C.5.1 按照 C.4.1 和 C.4.2 进行静力加载和记录。标记已开展的裂缝并进行编号，测量和记录 P_L 和 P_U 作用下各条裂缝的初始宽度 W_L 和 W_U ，之后卸载归零并静置 0.5h 以上。

C.5.2 按照 C.4.3 进行疲劳加载。

C.5.3 疲劳加载结束以后，全面检查模型梁底部防水层是否出现裂纹、剥离等破坏现象。

C.5.4 进行静力加载，测量和记录 P_L 和 P_U 作用下各条裂缝的最终宽度 W'_L 和 W'_U ，同时全面检查模型梁底部防水层是否出现裂纹、剥离等破坏现象。

C.6 试验结论

经历 2×10^6 次疲劳加载后，模型梁底部的喷涂橡胶沥青防水层未出现裂纹和剥离则判定为合格，否则判定为不合格。

C.7 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- 试样的描述（含喷涂橡胶沥青防水材料的生产厂商名称和产品类型）；
- 试验装置的构成；
- 静力加载前，模型梁以及底部防水层外观状态的照片和文字描述；
- 疲劳加载前、后，模型梁以及底部防水层外观状态的照片和文字描述；
- 疲劳试验的下限荷载 P_L 和上限荷载 P_U 的数值，疲劳试验加载频率和循环次数；
- 疲劳加载前，每条裂缝的宽度 W_L 和 W_U ；
- 疲劳加载后，每条裂缝的宽度 W'_L 和 W'_U ；
- 试验结论。

十、增加附录 D

附录 D (资料性) 水泥砂浆板

D.1 尺寸

水泥砂浆板尺寸：150mm×75mm×10mm。

D.2 原材料

原材料包括：

- 水泥：质量符合 GB 175—2023 中普通硅酸盐水泥的规定，强度等级 42.5；
- 砂：质量符合 GB/T 17671—2021 中 6.1 的规定；
- 水：质量符合 JGJ 63—2006 中素混凝土用水的规定。

D.3 水泥砂浆板的制备

D.3.1 一般规定

水泥砂浆板表面应具有足够的内聚强度，拉拔强度大于3MPa，以承受涂层拉拔试验过程中产生的应力。砂浆板与涂料粘结的表面应无浮浆、无松动砂粒和脱模剂。

D.3.2 砂浆板配合比

砂浆板的配合比(质量比)建议为水泥:砂:水=1:2:0.4，用GB/T 17671—2021中5.6.2规定的搅拌机，按7.2所述方法混合砂浆。

D.3.3 制备方法

D.3.3.1 将砂浆在2min内分两层填入模具，中间埋入直径(1~2)mm的钢丝网，然后以约3kHz的频率振实，或按GB/T 2419中规定的跳桌振动砂浆30次，然后用刮刀修平表面。

D.3.3.2 将装入砂浆的模具放在(20±1)℃和(90±5)%RH的环境中养护。

D.3.3.3 24h后拆模，将水泥砂浆板在(20±1)℃的水中放置28d，取出干燥后备用。

D.3.3.4 涂装前应按规定进行打磨并保持表面清洁。
