

橡胶与金属热硫化粘合工艺研究

赵晓燕¹, 贾雷雷¹, 沈希辉¹, 张晓慧¹, 常丰年²

(1. 衡水中铁建工程橡胶有限责任公司, 河北 衡水 053000; 2. 衡水布朗科技有限公司, 河北 衡水 053000)

摘要:分析橡胶与金属粘合破坏类型及生产硫化过程中影响粘合工艺的因素。结果表明,采用底涂 CH205、面涂 CH252X 的双涂层粘合体系,金属表面做抛丸机械处理,并用无水乙醇清洗,70 ℃烘干 20 min,硫化温度为 140~150 ℃下的工艺为佳。

关键词:橡胶;金属;热硫化;粘合;工艺

中图分类号:TQ330.6⁺8 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2015)07-0436-03

橡胶最大的特征是具有优异的弹性,然而其弹性模量很小,变形量较大。因此大多数橡胶制品都需要与金属、塑料等刚性材料进行复合,充分发挥两者的弹性与刚性,从而达到所需要的使用性能。

橡胶支座是交通运输工程中的重要部件。无论是传统的桥梁板式橡胶支座,还是近几年发展起来的高阻尼隔震和铅芯隔震橡胶支座等,支座本体都是由多层橡胶片与薄钢板硫化粘合而成,其外观及内部结构如图 1 所示。橡胶支座充分利用了钢板的刚性与橡胶的弹性,具有足够的竖向刚度,能够将支座上部构造的反力可靠地传递给墩台,同时支座具有良好的弹性,可以适应梁端的转动,又有较大的剪切变形能力,可以满足上部结构的水平位移要求。目前,橡胶支座普遍使用胶粘体系通过热硫化粘合而成。

本工作对橡胶与金属材料热硫化方式复合的工艺进行研究,并对影响其粘合性能的因素进行分析。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR)混炼胶,自制;Q235 型 60 mm×25 mm×2 mm 薄钢板,天津天铁冶金集团有限公司产品;胶粘剂CH205和CH252X,洛德

作者简介:赵晓燕(1987—),女,河北衡水人,衡水中铁建工程橡胶有限责任公司工程师,学士,主要从事桥梁用橡胶支座、橡胶止水带等相关产品的设计开发和工艺研究工作。

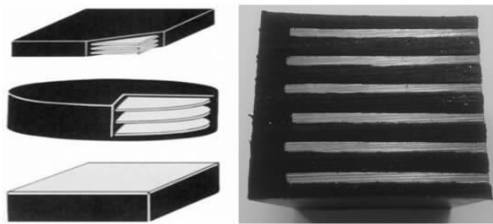


图 1 板式橡胶支座内部及外观示意

化学(上海)有限公司产品;无水乙醇,分析纯,天津市大茂化学试剂厂产品。

1.2 主要仪器与设备

Q3110 型滚筒式抛丸机,大丰市龙发铸造除锈设备有限公司产品;XLB-25 型 350×350 平板硫化机,邢台维斯特机械有限公司产品;WDW-5 型 5 kN 微机控制电子万能试验机,上海华龙测试仪器有限公司产品;401A 型 0~200 ℃老化试验箱,江都市精艺试验机械有限公司产品。

1.3 试样制备

薄钢板表面处理与 NR 混炼胶在平板硫化机上硫化,试样的有效粘合部位尺寸为 25 mm×25 mm。

1.4 性能测试

粘合强度采用 90°角剥离,以试样在单位宽度上所能承受的最大剥离力表征^[1],测试温度为 23 ℃,拉伸速度为(50±5) mm·min⁻¹。

2 结果与讨论

2.1 橡胶与金属粘合的主要破坏类型

ASTM 标准针对粘合剂粘合的破坏类型给

出了明确的描述,基本涵盖了近 80%的粘合破坏情形^[2]。4 种基本破坏类型包括:(1)R 型破坏,橡胶内部破坏;(2)RC 型破坏,橡胶与粘合剂(主要是面涂型胶粘剂)之间破坏,主要表现为硬质金属涂胶面上剩余很少或完全没有残余橡胶;(3)CP型破坏,发生在面涂型胶粘剂与底涂型胶粘剂之间;(4)CM 型破坏,发生在底涂型胶粘剂与金属间,表现为光洁的金属表面,说明金属与底涂型胶粘剂之间粘合面分离,无粘合发生。在通常情况下,很少发生单一破坏形式,RC,CM 和 R 型破坏经常同时发生。具体如图 2 所示。

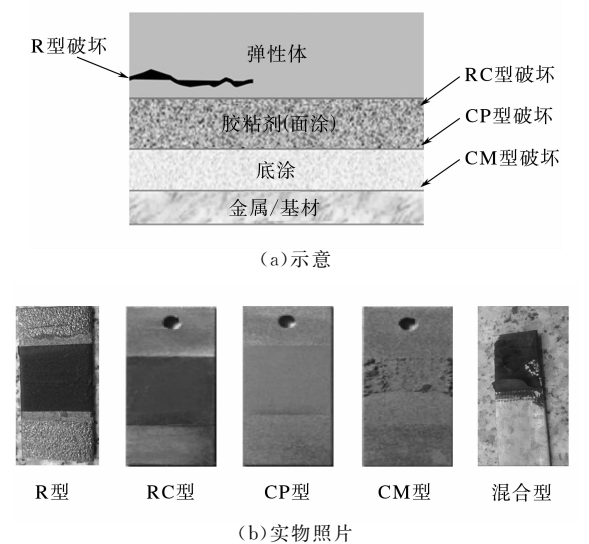


图 2 橡胶与金属粘合主要失效类型

2.2 粘合性能的影响因素分析

2.2.1 薄钢板表面处理

薄钢板经不同表面处理,涂刷胶粘剂 CH252X,室温下停放 1 h,与 NR 混炼胶(邵尔 A 型硬度为 61 度)硫化,测试其粘合强度,结果见表 1。

表 1 薄钢板不同表面处理方法下的粘合强度			
项 目	未处理	抛丸处理	抛丸+无水乙醇清洗
粘合强度/ (kN·m ⁻¹)	几乎不粘合	11.3	11.8
破坏类型	—	R 型+CM 型	R 型+RC 型

注:硫化条件为 146 ℃×15 min,涂层厚度为 20 μm。

由表 1 可以看出,薄钢板表面未处理的试样几乎没有粘合强度,抛丸处理后用无水乙醇清洗的试样粘合强度略高于只进行抛丸处理的试样。抛丸是通过高强度的适宜粒径钢砂喷射到薄钢板

表面,形成不规则的凹凸不平表面,喷掉薄钢板表面锈蚀的同时使其表面新鲜且增大了薄钢板的表面积,从而增大了粘合面积并形成了机械镶嵌,增加了粘合表面的阻力和吸附力,起到了提高粘合强度的作用。而抛丸处理后用无水乙醇清洗表面能有效去除抛丸处理过程中或之后由于环境因素带来的灰尘、杂质等,更好地保证金属表面的清洁。待粘金属表面越清洁,胶粘剂与金属表面的接触角越小,粘合强度越高。

2.2.2 停放条件

薄钢板在抛丸处理后,用无水乙醇清洗,涂刷胶粘剂 CH252X,经不同停放条件停放后与 NR 混炼胶(邵尔 A 型硬度为 61 度)硫化,测试其粘合强度,结果见表 2。

表 2 涂刷胶粘剂后不同停放条件下的粘合强度			
项 目	室温停放 1 h	室温停放 12 h	70 ℃烘干 20 min
粘合强度/ (kN·m ⁻¹)	11.8	10.9	12.5
破坏类型	R 型+RC 型	R 型+CM 型	R 型

注:同表 1。

由表 2 可以看出,薄钢板在涂刷胶粘剂后,不同停放条件对其粘合强度有较大影响。室温停放 1 h 压制试样,局部有脱粘现象,这是因为胶粘剂中的溶剂没有完全挥发,在硫化过程中产生气泡而脱粘;停放 12 h 后压制试样,粘合强度稍下降,而且试样断层不均匀,有的地方粘合良好,有的地方几乎无粘合发生,这是因为停放过程中,受环境影响,金属表面受到一定程度的污染,而且在硫化过程中,胶粘剂受热后在流动的混炼胶挤压下发生位移,导致涂层不均匀。在 70 ℃下烘干 20 min 后,胶粘剂溶剂充分挥发,且涂层间受热轻微交联,粘合强度及效果最佳。

2.2.3 粘合体系

薄钢板在抛丸处理后,用无水乙醇清洗,采用双涂层粘合体系,即底涂 CH205 与面涂 CH252X,然后与 NR 混炼胶(邵尔 A 型硬度为 61 度)硫化,测试其粘合强度,结果见表 3。由表 3 可见,双涂层可获得比单涂 CH252X 更好的粘合效果。

2.2.4 混炼胶硬度

薄钢板在抛丸处理后,用无水乙醇清洗,采用

表3 双涂层粘合体系不同停放条件下的粘合强度

项 目	室温停放 1 h	室温停放 12 h	70 ℃ 烘干 20 min
粘合强度/ (kN·m ⁻¹)	12.6	11.8	13.6
破坏类型	R 型+RC 型	R 型+CM 型	R 型

注：底涂和面涂涂层厚度分别为 8 和 20 μm，硫化条件为 146 ℃×15 min。

双涂层粘合体系，与不同硬度的 NR 混炼胶硫化，测试其粘合强度，结果如图 3 所示。

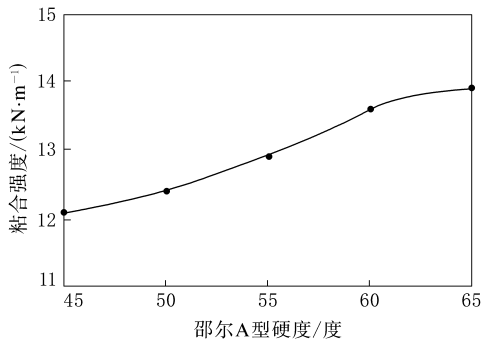


图3 不同硬度混炼胶的粘合强度

由图 3 可以看出，在 45~65 度范围内随混炼胶硬度的增大，粘合强度呈上升趋势。这是因为橡胶硬度低，胶粘剂与橡胶弹性模量相差太大，导致应力集中，粘合强度低。

2.2.5 抛丸处理时间

研究表明，随着抛丸处理时间的延长，橡胶与金属的粘合强度逐渐增大，抛丸处理 10 min 后粘合强度逐渐减小^[3]。因为抛丸处理时间不足会导致金属表面氧化层及污物清除不干净，且金属的表面积不够大，影响粘合效果；但抛丸处理时间过长会使金属表面粗糙度过大，不能被胶粘剂很好地浸润，容易缺胶，包裹空气形成缺陷，且凹处残留的空隙减小了实际粘合面积，对粘合不利。我公司使用滚筒式抛丸机和吊钩式抛丸清理机，在实际生产中，抛丸处理时间与钢板大小及装载量有关。若钢板面积和装载量小，则抛丸处理时间短；钢板面积和装载量大，则抛丸时间长。

2.2.6 硫化温度

硫化温度要保证能够克服化学反应位垒，同

时引发胶粘剂的固化反应和胶料的硫化反应。若温度太低，胶粘剂反应未开始，胶料与胶粘剂之间没有形成化学键，粘合强度低，且胶料可能会因欠硫而发粘；若温度过高，胶料易过硫，交联的橡胶分子与胶粘剂都易发生降解，橡胶强度低。我公司生产的桥梁用橡胶支座硫化温度为 140~150 ℃，此温度下，无论是胶料还是胶粘剂都处于活性最大的状态，得到的产品粘合强度也最大且稳定，产品的力学性能最佳。

2.2.7 涂膜厚度

涂膜厚度和均匀度对粘合强度也有较大影响。涂膜太薄，粘合剂不能完全分散于骨架表面，致使金属表面单位面积内胶粘剂分子少，亲合力不够；涂膜过厚，过多的粘合剂堆积在一起，难以分散均匀，容易产生气泡、脱层、早期断裂等现象，同时粘合剂过多时，受热后膨胀应力大，容易导致粘合失效，且粘合层易发脆，从而导致粘合强度下降。对于开姆洛克系列胶粘剂，适宜的底涂、面涂和单涂涂膜厚度分别为 5~10、12~25 和 18~30 μm。

3 结论

通过以上试验及分析发现，采用底涂 CH205、面涂 CH252X 的双涂层粘合体系，金属表面做抛丸机械处理，并用无水乙醇清洗，70 ℃ 下烘干 20 min，硫化温度为 140~150 ℃ 的工艺为佳。在实际生产中，按上述工艺条件严格操作，可保证稳定的产品质量和使用寿命。此外还有很多影响橡胶与金属粘合的因素，如胶种、橡胶配方、磷化处理工艺等，在实际生产中可根据产品需要适当选择调整。

参考文献：

[1] GB/T 7760—2003,硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材 粘合强度的测定 90 度剥离法[S].

[2] 陈国栋,满敬国,钱伟国,等. 硫化温度对橡胶和金属粘接强度的影响[J]. 世界橡胶工业,2009,36(9):40-42.

[3] 黄良平,唐先贺,谭亮红. 金属表面处理工艺与橡胶与金属粘合性能的影响[J]. 特种橡胶制品,2003,24(1):34-37.