

高速铁路用聚氨酯填充材料快速试验方法的研究

唐明茹 郑水蓉 张 翠 孙曼灵

(西北工业大学化工系, 西安 710072)

摘要 针对采用聚氨酯(PUR)作高速铁路填充材料时, 现场施工条件下不可能在 PUR 固化过程中进行加热及室温 PUR 固化周期长的缺点, 探讨实验室可用的快速试验方法。先用差示扫描量热分析和红外光谱分析确定后处理温度, 再根据实际情况确定后处理时间, 并与未后处理的试样进行性能对比。结果表明, 用该方法研究高速铁路用 PUR 填充材料可大大缩短试验周期。

关键词 高速铁路 聚氨酯 填充材料 快速试验方法 后处理

近年来随着我国铁路运输向高速方向发展, 人们采取了许多措施其中包括机车、线路的改造更新及调度指挥系统的信息化等。其中线路改造主要是借鉴国外高速铁路板式无碴轨道成熟技术与发展模式, 结合我国已有的技术基础, 研究适合我国铁路特点的无碴轨道。

与传统的有碴轨道相比, 无碴轨道具有维修工作量少、轨道稳定性与耐久性好、平顺性高的优点, 因此世界上许多国家已把无碴轨道作为高速铁路的主要结构形式而全面推广应用, 并取得了显著的社会效益和经济效益, 日本在这方面尤为突出。

图 1 所示为高速铁路板式无碴轨道结构图^[1]。在高速铁路板式无碴轨道结构中, 混凝土基座与轨道板之间有一个调整层, 传统上采用的是水泥沥青砂浆(简称 CA 砂浆)。CA 砂浆作为填充材料的主要优点, 其一是可部分提供轨道弹性; 其二是可完全填满轨道板和混凝土基座的间隙; 其三是可对下部结构变形在某一限度内进行修补。

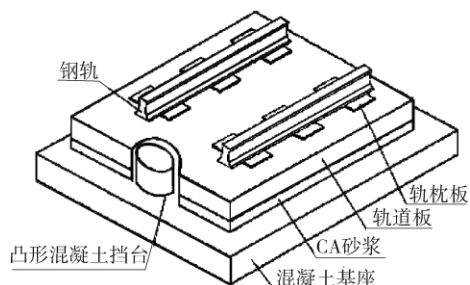


图 1 高速铁路板式无碴轨道结构图

与 CA 砂浆填充材料相比, 树脂填充材料具有强度、弹性和耐久性优异, 施工设备少, 质量管理容易等优点, 但树脂比 CA 砂浆价格贵得多。以合理性价比的树脂填充材料取代 CA 砂浆填充材料, 可为我国高速铁路技术的发展做出贡献。

作为树脂填充材料的基体树脂, 适用于现场施

工的主要有聚氨酯(PUR)体系、环氧树脂体系和不饱和聚酯体系。经过综合比较, PUR 体系以其弹性易调节且可调整范围大(其它性能居中)的特点最终被选定^[2]。

由于现场施工条件下不可能在 PUR 固化过程中进行加热, 所以要求 PUR 的固化条件为室温固化, 而 PUR 室温固化是一个相当长的过程, 甚至三、四个月后才能达到最终性能, 因此需要一个实验室可用的快速试验方法来模拟 PUR 的室温固化行为, 以期在较短的时间里得到一个较高固化程度的试样进行性能对比, 从而达到缩短试验周期的目的。

1 实验部分

1.1 主要原材料

异氰酸酯低聚物(PAPI): 工业品, 日本三井株式会社;

聚醚多元醇: N-330、N-220, 工业品, 金陵石化公司化工二厂;

润湿分散剂: W-909, 德国 BYK 公司;

消泡剂: 066N, 德国 BYK 公司;

辛酸亚锡: 德国 BYK 公司。

1.2 仪器及设备

差示扫描量热(DSC)仪: 2910 型, 美国 TA 公司;

红外光谱仪: WQF-310 型, 北京瑞利分析仪器公司;

电子万能试验机: CMT5105 型, 深圳市新三思计量技术有限公司。

1.3 试样制备

将聚醚多元醇加入烧杯中, 在 110~120℃脱水脱气 1 h, 静置降温至 50℃左右, 加入催化剂辛酸亚

锡和消泡剂等添加剂,搅拌均匀放至室温得 A 料。将 A 料和 B 料 PAPI 按比例混合搅匀注入模具,室温固化脱模。

1.4 表征及测试

DSC 分析:升温速率分别为 10、20、30℃/min;
红外光谱分析:将 A、B 料混合配料后涂抹在 KBr 窗片上测试;
弹性系数测定:试样尺寸为 100 mm ×100 mm ×25 mm。

2 结果与讨论

2.1 后处理温度的确定

后处理温度对 PUR 固化反应有重要影响,温度越高,反应越快,固化程度越高。但随着温度的升高,副反应也增多,反应情况偏离室温越多。为了尽量模拟室温情形,后处理温度不能过高。

(1) 后处理温度的初步确定

通过 DSC 测试考察反应放热峰。不同的升温速率下,反应对应的放热峰温度就不同。现需要得到的是温度恒定(升温速率为 0℃/min)时的最佳反应温度,这个温度可通过作不同升温速率时 DSC 放热峰峰顶温度曲线,然后外推得出。

图 2 为升温速率分别为 10、20、30℃/min 时作出的放热峰峰顶温度 - 升温速率曲线。该曲线为一直线,根据此直线外推出升温速率为 0℃/min 时的放热峰峰顶温度,就为初步确定的后处理温度。根据图 2 可将后处理温度初步确定为 46℃。

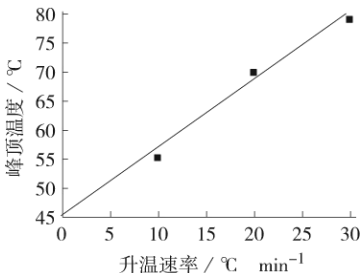


图 2 放热峰峰顶温度 - 升温速率曲线

(2) 后处理温度的最终确定

红外光谱分析技术是一种重要的分析方法,不仅可通过基团的特征峰位置定性分析样品的结构,还可以对基团的含量进行定量的测定,通过监测在不同后处理时间的反应体系的异氰酸根基团(—NCO)含量,就可以研究 PUR 材料制备过程中的固化程度^[2]。

图 3 为 PUR 材料在 46℃、不同后处理时间条件下的红外光谱曲线。

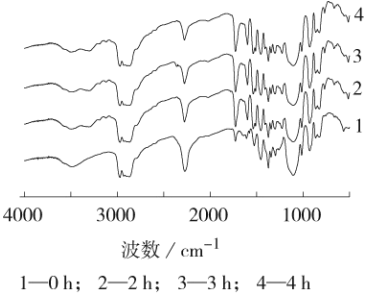


图 3 红外光谱图

—NCO 的特征透射波长在 2 240 ~2 280 cm⁻¹,而苯环的特征透射波长在 1 610 cm⁻¹左右。反应中苯环数量近似不变,所以以苯环透射峰为基准,可以计算出 46℃ 时不同后处理时间条件下对应的 —NCO 转化率^[3],结果列于表 1。

表 1 不同后处理时间条件下对应的 —NCO 转化率 %

项目	后处理时间 / h		
	2	3	4
转化率	89.60	92.10	93.20

由表 1 可见,PUR 体系后处理过程中前面一段时间固化很快,约 2 h 时固化率已达到 90%,后面固化很慢,要完全固化需要很长时间。由于用来做红外光谱试验的试样只是一小薄层,而试验中用的试样体积要大得多,所以为了缩短后处理时间,可以稍微升高后处理温度,但是不能太高,温度太高会引起其它副反应的出现,偏离室温时的反应情况。后处理温度最终确定为 60℃。

2.2 后处理时间的确定

将浇注好的试样室温放置 1 d 后脱模,然后放入烘箱在 60℃ 条件下后处理。根据不同后处理时间的试样弹性系数来确定后处理时间。图 4 示出后处理时间对弹性系数的影响。

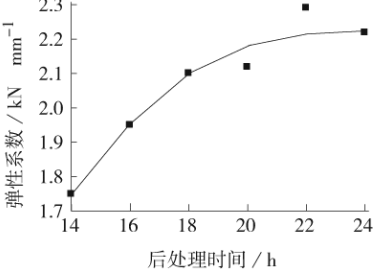


图 4 后处理时间对弹性系数的影响

由图 4 可以看出,随着后处理时间的延长,试样的弹性系数增加,但增加趋势逐渐变缓,到 24 h 时已变化不大,所以后处理时间定为 24 h。

2.3 性能对比

PUR 体系在 60℃ 后处理 24 h 后并没有完全固

化, 还存在微量未反应的一NCO, 在之后的时间里还会继续固化, 所以有必要对比相同配方有无后处理时的性能。

在配方均为 $n(-\text{NCO})/n(-\text{OH}) = 1.05 \sim 1.1$ 、 $n(\text{N}-220)/n(\text{N}-330) = 4$ 、 $w(\text{辛酸亚锡}) = 0.2\%$ 时, 在 60°C 后处理 24 h 后试样的弹性系数为 2.22 kN/mm ; 而对于未处理的试样, 37 d 后弹性系数为 1.96 kN/mm , 48 d 后弹性体系数为 2.31 kN/mm 。所以在 60°C 后处理 24 h 后试样的性能相当于未后处理试样 45 d 左右时的性能。由此可以说明本快速试验方法可以大大缩短试验周期。

STUDY ON FAST-EXPERIMENT METHOD FOR PUR FILLING MATERIAL IN HIGH-SPEED RAILWAY

Tang Mingru, Zheng Shuirong, Zhang Cui, Sun Manling

(Department of Applied Chemistry, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

ABSTRACT A fast-experiment method which can be used in laboratory is explored to overcome the defects appearing in using polyurethane (PUR) as filling material. PUR can not be heated during cure process on spot construction conditions and the cure period is long at room temperature. Differential scanning calorimetry analysis and infrared spectroscopy analysis are used to determine post treatment temperature. The post treatment time is determined according to the practical situation. The properties of the sample is compared with those of untreated one. The results show that the experiment period can be greatly shortened by this method.

KEYWORDS high-speed railway, polyurethane, filling material, fast-experiment method, post treatment

新型塑料太阳能电池在加问世

加拿大多伦多大学的研究人员日前发明了一种柔性塑料太阳能电池。有关方面介绍说, 这种电池比目前以转换方式生产的类似电池的效率高 5 倍多。

该项目研究小组组长特德·萨根特说, 这种电池利用太阳发出的红外线产生电能, 并能在布料、纸张和其它材料的表面形成一层柔性膜。这层柔性膜能够将 30% 的太阳能转换为可利用的电能。而目前使用最好的塑料太阳能电池仅能将 6% 的太阳能转换为电能。

(张林)

罗门哈斯提高在华塑料添加剂价格

由于原材料价格的巨幅增长, 罗门哈斯公司中国塑料添加剂业务部门日前宣布, 该公司生产的所有加工助剂产品的价格都将上涨 20%。新的价格将立即生效。

罗门哈斯有关人士称, 这次价格上调是迫不得已的市场行为。该公司一直努力降低价格变化给客户带来的影响, 但当前的市场已经给相关产业带来了严峻的挑战。

(中橡)

气泡防伪塑料标签在法问世

最近, 法国蒙托邦一家包装塑料设备公司发明并生产了一种难以仿造的气泡防伪塑料标签, 用于食品、电子产品、纺织品及手表等的外包装。

据介绍, 这种气泡防伪塑料标签是直径 $1 \sim 10 \text{ mm}$ 的塑料圆片, 在冷却过程中, 会随机形成各种气泡图案。由于气

3 结论

(1) 实验室用快速试验方法试验条件最终确定为: 室温浇注固化, 1 d 后脱模, 60°C 后处理 24 h, 随炉冷却到室温。

(2) 用本快速试验方法研究高速铁路用 PUR 填充材料可大大缩短试验周期。

参考文献

- 傅代正, 黄金田, 郑新国. 桥上板式无碴轨道 CA 砂浆施工技术. 铁道建筑技术, 2002 (6): 28
- 朱吕民. 聚氨酯合成材料. 南京: 江苏科学技术出版社, 2002.
- 傅明源, 孙酣经. 聚氨酯弹性体及其应用. 北京: 化学工业出版社, 1994.

泡图案相同的几率极小, 且图案和序号都记录在数据库里, 消费者购买商品时, 只需核查商品塑料标签中的气泡图案是否与数据库里记录的气泡图案一致, 就能辨别真伪。此外, 这种气泡防伪标签技术还可用在护照及钞票上。

(水木)

德国推出环氧树脂反射发光管

最近, 德国 Vishay 公司推出低电流表面贴装、基于超亮 AlInGaP 技术的发光二极管 (LED) 系列产品, 该新型发光管主要依赖充满透明环氧树脂的内部反射体, 适用汽车、电信设备、办公设备、娱乐系统及各种电池供电的设备作背景照明和指示灯。据介绍, 该产品仅需 2 mA 的正向电流, 新 TLMx300x 系列中的超级红色、橙色和黄色 LED 就能为低功耗设备提供较高的亮度。器件内嵌于小型的标准封装中。封装包含一个内嵌于白色热塑性塑料的框架及具有一个充满透明环氧树脂的内部反射体。

(中塑)

澳塑料加工成本低

据国外某公司调查分析, 澳大利亚是发达国家中塑料加工工业生产成本最低的国家, 其次是加拿大和英国, 而英国是塑料加工业成本投资回报率最高的国家。该公司对北美、欧洲和亚太地区 11 个国家的塑料加工经济成本进行了分析, 内容为影响地区经济成本竞争优势的投资设施、能源、劳动力及运输等。分析结果表明, 澳大利亚的经济成本因其天然气相对低廉, 工艺基础设施完善, 劳动力资源充足而较有竞争力。

(乐从)