

[补充信息]

宏纳观多尺度集料-沥青粘附性评价

虞将苗[✉], 周文理

华南理工大学土木与交通学院, 广州 510640

[Supplementary Information]

Evaluation of Adhesion Between Aggregate and Asphalt Binder in Multi-scale

YU Jiangmiao[✉], ZHOU Wenli

School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China

试验材料与仪器

本研究中采用的沥青包括: A-70 基质沥青(埃索公司生产), 埃索 SBS 改性沥青。表 S1 显示了所用沥青的性能指标。制备四种岩性矿石(辉绿岩、石灰岩、玄武岩、花岗岩)的圆柱形试件用于宏观拉拔试验, 四种石料均来自在建高速公路项目附属石场。采用波长色散 X 射线荧光光谱仪(XRF)对四种岩性矿石进行化学成分测定; 采用德国 Zeiss 公司生产的高分辨场发射扫描电子显微镜 SEM-Merlin 对探针进行形貌观察; 采用 Bruker Multi-Mode 8 SPM 扫描探针显微镜进行 AFM 力曲线测试。

表 S1 A-70 沥青和 SBS 改性沥青的性能指标

Table S1 Main index of 70# asphalt and SBS modified asphalt

Items	Unit	A-70	SBS modified asphalt
Penetration(25 °C)	0.1mm	64	53
Penetration index	—	-1.34	+0.07
Softening point	°C	48.0	78.0
Ductility (15 °C)	cm	>100	34
Dynamic viscosity (60 °C)	Pa·s	218	2.68
Elastic recovery (25 °C)	%	-	95

AFM 样品的制备过程

图 S1 展示了制备完成的用于 AFM 仪器测试的沥青样品形状, 该样品的制备过程如下:

- (1) 将适量流动状态下的沥青滴在直径 0.9 cm、高 1 mm(AFM 仪器要求容器直径不大于 1 cm, 试样加容器高度不大于 3 mm)的石英载玻片上;
- (2) 将玻片放置在烘箱中加热 5~10 min, 待其自然流动形成光滑凸起表面后及时取出(防止沥青老化);
- (3) 待其静置成型后即成为可用的 AFM 沥青试样。



图 S1 本试验制备的 AFM 沥青试样
Fig.S1 The prepared AFM asphalt samples

AFM 力曲线测试原理

AFM 力曲线测试采用 Bruker Multi-Mode 8 SPM 扫描探针显微镜,最大成像范围 $125\ \mu\text{m}\times 125\ \mu\text{m}$, 该仪器测试力曲线的原理是: 将光检测器对悬臂探针针尖进行持续性的监测, 当悬臂探针接触到样品后发生偏移时, 系统自动将检测到的光斑偏移量的电压信号转化成实际的悬臂弯曲量, 依据虎克定律, 将得到的悬臂探针弯曲量乘以悬臂弹性系数 k 即可得到粘附力数值。

MTS 拉拔试件制备过程及拉拔试验

MTS 拉拔试件的制备过程如下:

- (1) 采用 200#砂纸打磨圆片状集料圆形表面, 目的是降低集料的粗糙度对试验结果的影响, 打磨后用蒸馏水将其洗净, 之后在 $60\ ^\circ\text{C}$ 烘箱中养护 6 h, 在使用之前用酒精清洗后晾干;
- (2) 将螺旋测微器上下两端与试件用夹具固定, 测定初始厚度, 精确到 $0.01\ \text{mm}$;
- (3) 将加热后的流动状沥青滴在上下两个试件中央, 并立即旋转螺旋测微器使得总厚度增量为 $0.5\ \text{mm}$;
- (4) 将其静置待沥青冷却后卸下试件, 试件成型后, 用胶带将试件进行简单缠绕, 以防止圆片状集料发生相对滑动。

本试验中选用四种岩性集料(石灰岩、花岗岩、玄武岩、辉绿岩)的原石。将四种原石用双面锯切割后进行钻芯和精细打磨, 将其制备成直径 $2\ \text{cm}$ 、高 $1\ \text{cm}$ 的圆柱形试件, 并与已有的拉拔装置进行匹配, 拉拔装置采用 WD-100KE 型电子式万能试验机, 最大试验力为 $100\ \text{kN}$, 本试验选用 $5\ \text{kN}$ 模式, 测量精度为 $0.01\ \text{N}$, 制备的拉拔试件如图 S2 所示。

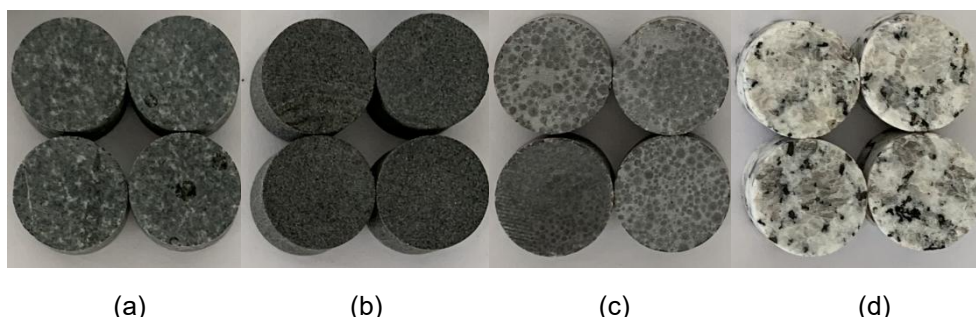


图 S2 加工成型的拉拔试件: (a)辉绿岩; (b)玄武岩; (c)石灰岩; (d)花岗岩
Fig.S2 The specimens used for pull-out test: (a) Diabase, (b) Basalt, (c) Limestone, (d) Granite