

铁尾矿粉沥青混凝土胶浆-集料粘附性和 TG-DSC 实验研究

万金侠¹, 孙博一²

(1. 吉林铁道职业技术学院, 吉林 吉林 132200;

2. 辽宁工程技术大学土木工程学院, 辽宁 阜新 123000)

摘要: 在研究铁尾矿粉掺入沥青混凝土中的力学性能和路用性能的基础上, 分析了铁尾矿粉掺量对沥青胶浆-集料粘附性的影响, 并开展了不同铁尾矿粉掺量下沥青混凝土的 TG 和 DSC 实验。结果表明, 综合不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土胶浆基本物理性能指标的变化规律, 得到在铁尾矿粉掺量为 60% 时, 沥青混凝土各项指标达到较佳值, 且此时沥青混凝土的路用性能也能完全满足公路道路的使用要求。随着铁尾矿粉掺量的不断增大, 沥青胶浆接触角和表面能与粘附功和剥落功的变化规律呈现出先增大后减小的趋势, 且在铁尾矿粉掺量为 60% 时取得较大值。同时, 铁尾矿粉的掺入可以有效地提升沥青混凝土的耐热性能以及有效地提升了沥青混凝土热稳定性。

关键词: 铁尾矿粉; 沥青胶浆-集料粘附性; 接触角; 表面能; 粘附功; 剥落功

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.06.012

中图分类号: TD95 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2022) 06-0066-07

在“十四五”规划中, 我国有批复建设几条高速公路来完善国家的交通运输公路体系^[1]。据相关部门统计, 截至目前我国高速公路的总里程已超过了 16 万公里; 其中, 高速公路中以沥青混凝土为路面的里程就占到了 95% 以上, 故沥青混凝土的性能直接影响了高速公路路面的路用性能和行车安全^[2]。对于沥青混凝土而言, 其性质的好坏不仅与外界因素有关, 也与自身内部掺加的骨料和掺加剂的数量有关^[3]。同时, 也可以通过改变沥青混凝土内部掺加骨料的种类和掺量, 可以改变沥青混凝土的性能, 使得沥青混凝土可以适应高温、低温或者冻融循环等条件, 进而可以有效地保证行车安全和高速公路路面的使用年限^[4]。

一般可以通过改变骨料的物理力学性能来改善沥青混凝土的性能, 主要有: (1) 控制粗骨料的强度和硬度等指标; (2) 通过正交实验计算得到沥青混凝土的较优配合比; (3) 尽量保证降低选取骨料内部的含泥量等指标; (4) 通过物理和化学等方法激活掺加骨料的活性等。对于掺加沥

青混凝土内部骨料不仅可以采用碎石或轧碎砾石、石屑或砂、矿粉等, 也可以采用采矿的固体废物, 而国内外学者在利用矿产废弃物来制备沥青混凝土取得了一定的成果^[5-7]。这些成果主要集中在研究黏土矿物、尾矿等固体废物掺入沥青混凝土中的力学性能和路用性能实验, 对于该类沥青混凝土的微观性能研究较少以及较少研究尾矿等固体废物掺量对沥青胶浆-集料粘附性的影响。因此, 本文将采用铁尾矿粉来制备沥青混凝土, 开展不同铁尾矿粉掺量作用下的路用性能, 沥青胶浆-集料粘附性和微观结构性能实验, 进而得到较佳铁尾矿粉掺量。

1 原材料

本文采用的沥青为 90#石油沥青, 购买自山东淄博市, 该石油沥青的基本性能见表 1。

采用矿粉的表观密度为 2691 kg/m³, 亲水系数为 0.72, 含水率为 0.56%, 无团粒结块。采用石灰岩的表观密度为 2709 kg/m³, 吸水率为 0.22%, 毛

收稿日期: 2021-09-15

基金项目: 吉林省高教学会高教科研课题“基于轨道交通特色高水平专业群建设的课程思政研究与实践”(JGJX2022C163)

作者简介: 万金侠 (1981-), 女, 副教授, 主要研究方向为桥梁工程、混凝土工程和矿产综合利用。

体积相对密度为 2692 kg/m^3 ，颗粒粒径范围在 $5 \sim 15 \mu\text{m}$ ，压碎值为 14.15% ，针片状颗粒含量为 9.89% ，与沥青的粘附性等级为 5 级。铁尾矿粉采用鞍山地区的，经过测定铁尾矿粉的化学成分分别为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 SO_3 、 Na_2O 和 K_2O ，上述每个化学成分占铁尾矿粉总量的百分比分别为 60.86% 、 15.47% 、 6.42% 、 10.79% 、 3.25% 、 1.31% 、 1.42% 和 0.48% 。采用 XRD 衍射仪器对该铁尾矿粉进行物相测定，得到该铁尾矿粉的 XRD 图谱见图 1。

表 1 该石油沥青的基本性能

Table 1 Basic performance of the petroleum asphalt

检测指标	规范要求	实验结果
针入度 (25°C , 100 g , 5 s) / (0.1 mm)	$80 \sim 100$	88.0
延度 (5 cm/min , 5°C) / cm	≥ 100	148.0
软化点/ $^\circ\text{C}$	≥ 42	45.0
$180^\circ\text{C}/135^\circ\text{C}$ 粘度/ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	≤ 3.0	0.55
TFOT 后残留物 (163°C , 5 h)	质量变化/%	$\leq \pm 0.8$
	针入度比/%	≥ 61
	延度 (5°C) /%	≥ 15

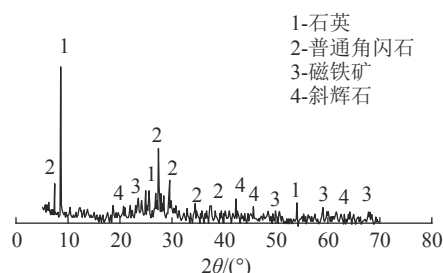


图 1 该铁尾矿粉的 XRD

Fig.1 XRD pattern of the iron tailings powder

由图 1 可知，该铁尾矿粉的主要矿物成分有石英，角闪石，斜辉石和磁铁矿。

采用激光粒度分析仪对所采用的矿粉和铁尾矿粉进行粒度分布的测定，得到矿粉和铁尾矿粉的粒度分布见图 2。

由图 2 可知，随着粒径的不断增大，矿粉和铁尾矿粉的粒度分布曲线呈现出先平稳、再增大、后减小的趋势，且铁尾矿粉的颗粒粒径要小于矿粉的颗粒粒径。

2 沥青混凝土胶浆的基本物理性能

2.1 针入度

对于沥青混凝土胶浆而言，沥青混凝土的软硬程度可以采用针入度来表示，当沥青混凝土的

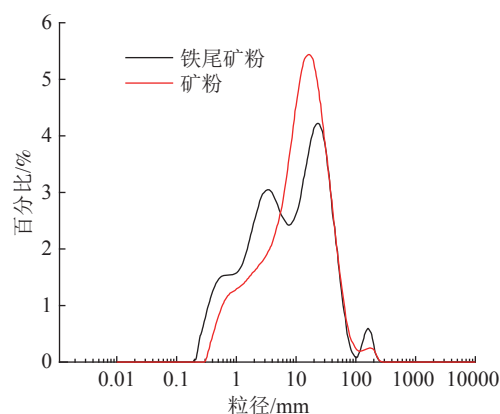


图 2 矿粉和铁尾矿粉的粒度分布

Fig.2 Particle size distribution of ore powder and iron tailings powder

针入度越大时，该沥青混凝土所呈现的硬度越低。将铁尾矿粉掺入的比例定为 0、20%、40%、60%、80% 和 100%，相对矿粉掺入的比例可以设定为 100%、80%、60%、40%、20% 和 0%，沥青和石灰石的掺入量都是固定不变的。通过开展不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土的针入度实验，绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土针入度的变化规律见图 3。

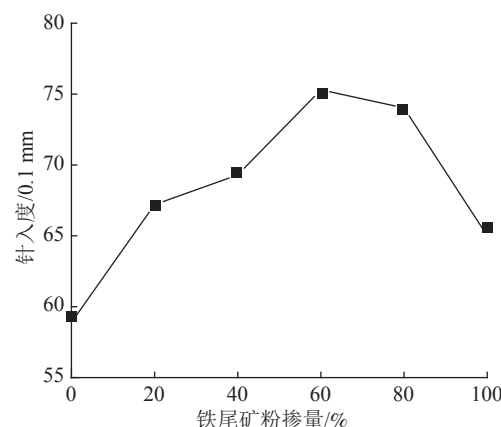


图 3 不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土针入度的变化规律

Fig.3 Variation law of asphalt concrete penetration under different iron tailings powder content

由图 3 可知，随着铁尾矿粉掺量的不断增大，沥青混凝土针入度的变化规律呈现出先增大后减小的趋势，且在铁尾矿粉掺量为 60% 时针入度取较大值，这可能是由于具有活性的矿粉可以与沥青发生化学反应，产生的化学物质可以很好地改善沥青混凝土的结构性能，使得沥青混凝土硬度变大；而没激活的铁尾矿粉自身不具有活性，在沥青混凝土中只是起充填作用，该作用虽

然也可以改善沥青混凝土的孔隙结构,但是该充填作用要远小于活性矿粉的化学作用,故随着铁尾矿粉掺量的不断增大沥青混凝土整体呈现出较软的特征。但是随着铁尾矿粉掺量的持续增大,铁尾矿粉容易在沥青混凝土胶浆中形成颗粒“团聚”的现象,使得针入度测定实验时针头碰到团聚的颗粒时无法深入,故沥青混凝土的针入度开始降低。

2.2 软化点

沥青混凝土的软化点是指表示其高温稳定性和敏感性的指标。绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土软化点的变化规律见图 4。

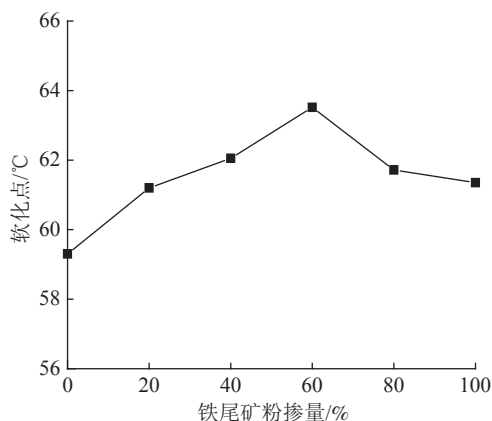


图 4 不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土软化点的变化规律

Fig.4 Variation law of asphalt concrete softening point under different iron tailings powder content

由图 4 可知,随着铁尾矿粉掺量的不断增大,沥青混凝土软化点的变化规律呈现出先增大后减小的趋势,且在铁尾矿粉掺量为 60% 时软化点取较大值,这是由于矿粉与沥青进行化学反应后产生的化学产物可以提升沥青混凝土内部颗粒之间的粘结力,使得沥青混凝土内部颗粒之间的整体性更强,进而可以抵抗高温;但是随着铁尾矿粉掺量的增大,沥青混凝土内部颗粒之间的粘结力变差且增加了更多的无粘结性的颗粒,使得沥青混凝土软化点出现下降趋势。

2.3 延度

沥青混凝土的延度是指用来反应其在低温作用下性能的指标。绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土延度的变化规律见图 5。

由图 5 可知,随着铁尾矿粉掺量的不断增大,沥青混凝土软化点的变化规律呈现出先增大后减小的趋势,且在铁尾矿粉掺量为 80% 时延度取较大值,这可能是由于过量非活性的铁尾矿粉

加入到沥青混凝土中,铁尾矿粉容易在沥青混凝土胶浆中形成颗粒“团聚”的现象,使得沥青混合料的流动性变差,最终导致沥青混凝土延度开始降低。

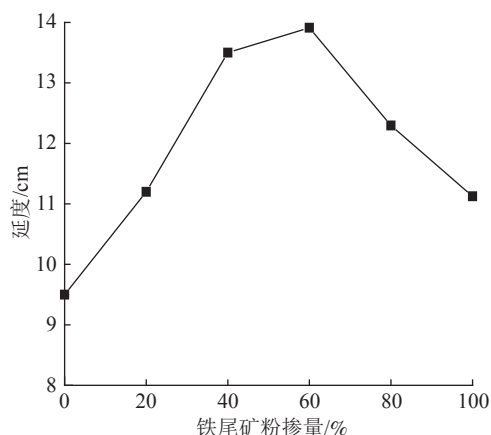


图 5 不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土延度的变化规律

Fig.5 Variation law of asphalt concrete ductility under different iron tailings powder content

2.4 粘度

沥青混凝土的粘度表示沥青混凝土的粘性性能。绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土粘度的变化规律见图 6。

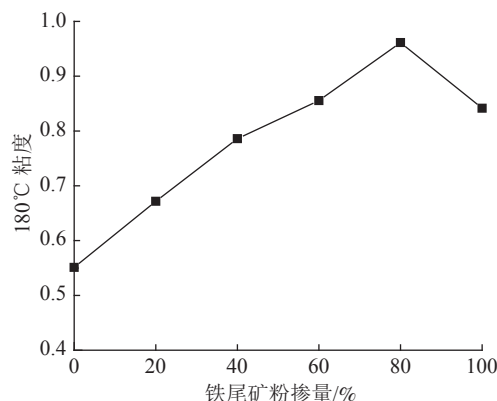


图 6 不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土粘度的变化规律

Fig.6 Variation law of asphalt concrete viscosity under the action of different iron tailings powder content

由图 6 可知,随着铁尾矿粉掺量的不断增大,沥青混凝土软化点的变化规律呈现出先增大后减小的趋势,这是由于具有活性的矿粉自身溶胀反应能力要强于非活性铁尾矿粉的溶胀反应能力,在矿粉掺量多的时,矿粉会与沥青混凝土发生化学反应,产生的物质具有一定的粘性,而随着矿粉掺量的不断减小,沥青混凝土内部产生这种具有粘性的物质也就减少,故沥青混凝土的粘度出现了下降。

3 沥青混凝土的路用性能

3.1 高温稳定性

一般研究沥青混凝土的高温稳定性都是采用车辙实验,根据《公路工程沥青及沥青混合料实验规程》(JTG E20-2011)^[8]中的要求开展不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土的车辙实验,绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土动稳定度的变化规律见图7。

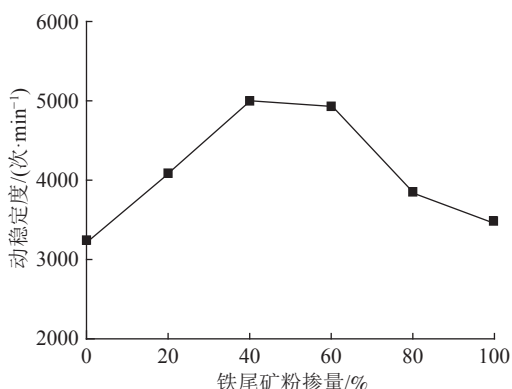


图7 不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土动稳定度的变化规律

Fig.7 Variation law of asphalt concrete dynamic stability under the action of different iron tailings powder content

由图7可知,随着铁尾矿粉掺量的不断增大,沥青混合料的动稳定度的变化规律也呈现出先增大后减小的趋势,且在铁尾矿粉掺量为60%时取得较大值,这是由于具有活性的矿粉可以与沥青混凝土中轻质沥青发生反应,生成具有一定稳定性的结构沥青膜;同时,产生的化学产物也可以有效地提升沥青混凝土内部颗粒之间的粘性。但是随着铁尾矿粉掺量的持续增大,铁尾矿粉容易在沥青混凝土胶浆中形成颗粒“团聚”的现象,使得沥青混合料的流动性变差,进而沥青混凝土动稳定度开始下降。

3.2 低温抗裂性能

本文主要采用低温小梁弯曲实验来研究不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土低温抗裂性,绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土弯拉强度和劲度模量的变化规律见图8。

由图8可知,随着铁尾矿粉掺量的不断增大,沥青混合料弯拉强度的变化规律呈现不断减小的趋势,而劲度模量的变化规律呈现出不断增大后减小的趋势,且在铁尾矿粉掺量为60%时弯拉强度的降低幅度和劲度模量的增大幅度都开始减小,这是由于矿粉发生化学反应后,提升了沥

青混凝土弯拉强度且少量的铁尾矿粉充填作用也可以有效地提升沥青混凝土的弯拉强度,但是过量的铁尾矿粉会破坏沥青混凝土内部颗粒的整体性,且矿粉与沥青发生化学反应产生具有粘性的化学产物也减少;同时,经过粉磨后铁尾矿颗粒自身的强度也很低,基本没有抗拉强度,故沥青混凝土的弯拉强度不断降低,而劲度模量却不断增大。

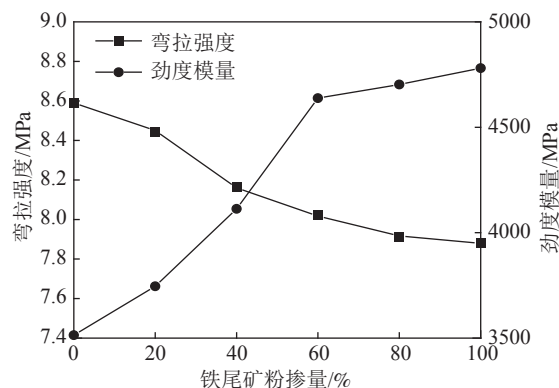


图8 沥青混凝土弯拉强度和劲度模量的变化规律

Fig.8 Variation law of flexural tensile strength and stiffness modulus of asphalt concrete

3.3 水稳定性

本文采用浸水马歇尔实验来研究不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土水稳定性,绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土浸水残留稳定度的变化规律见图9。

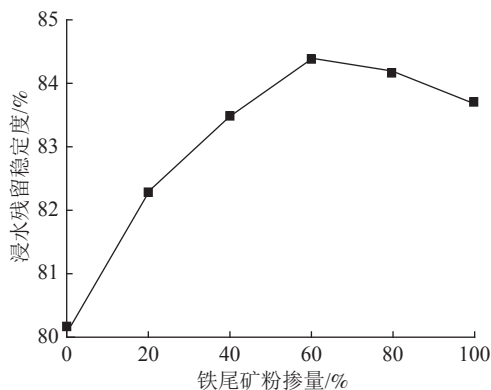


图9 沥青混凝土浸水残留稳定度的变化规律

Fig.9 Variation law of asphalt concrete immersion residual stability

由图9可知,随着铁尾矿粉掺量的不断增大,沥青混合料弯拉强度的变化规律呈现先增大后减小的趋势,且在铁尾矿粉掺量为60%时取得较大值,这是由于具有活性的矿粉可以与沥青混凝土中轻质沥青发生反应,生成具有一定稳定性的结构沥青膜,这可以提升沥青混凝土自身的粘附性能和颗粒之间的连接性能,进而可以有效

地提升沥青混合料的水稳定性。但是随着铁尾矿粉掺量的不断增大, 结构沥青膜产生的数量不断减少, 且铁尾矿粉容易在沥青混凝土胶浆中形成颗粒“团聚”的现象, 进而降低了沥青混凝土自身的粘附性能和颗粒之间的连接性能, 最终使得沥青混合料的水稳定性也开始下降。

4 沥青胶浆-集料粘附性

4.1 接触角和表面能

国内外大多数研究沥青胶浆-集料粘附性都是采用图像分析技术定量, 但是该方法具有一定缺陷。本文将采用表面自由能理论来研究不同铁尾矿粉掺量作用下沥青胶浆-集料粘附性^[9]; 其中, 因为蒸馏水自身就具有较大的表面自由能, 且不会与沥青相溶而影响观测, 故用于沥青接触角测试用的测试试剂选择为蒸馏水, 且蒸馏时自身的表面自由能为 72.8 MJ/m^2 。采用光学接触角测量仪对不同铁尾矿粉掺量作用下沥青胶浆的接触角进行测试, 并绘制出不同铁尾矿粉掺量作用下沥青胶浆接触角和表面能的变化规律见图 10。

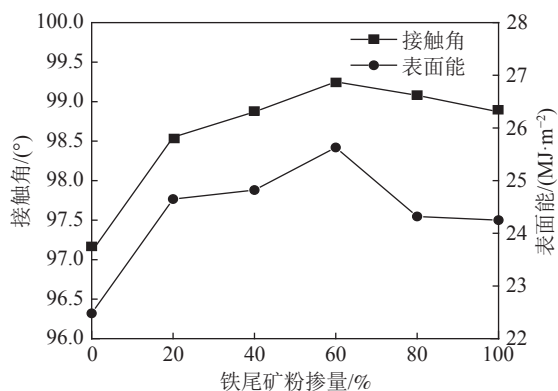


图 10 沥青胶浆接触角和表面能的变化规律

Fig.10 Variation law of contact angle and surface energy of asphalt mortar

由图 10 可知, 随着铁尾矿粉掺量的不断增大, 沥青胶浆接触角和表面能的变化规律呈现出先增大后减小的趋势, 且在铁尾矿粉掺量为 60% 时取得较大值, 这是由于矿粉具有一定的活性, 其内部活性矿物成分可以有效地改善了沥青混凝土集料的表面状况, 使得沥青胶浆接触角和表面能都呈现出增大的趋势, 但是随着非活性铁尾矿粉掺量的不断增大以及活性矿粉掺量的减少, 使得沥青混凝土集料的表面状况变差, 故沥青胶浆接触角和表面能都呈现出下降的趋势。

4.2 粘附功和剥落功

一般情况下, 沥青混凝土的粘附功是指沥青混凝土在干燥条件下, 被强行分成沥青和骨料所消耗的功; 而沥青混凝土的剥落功是指水置换矿料表面沥青膜时释放的能量。因此, 可以根据文献^[10]中的方法计算得到不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土粘附功和剥落功的变化规律见图 11。

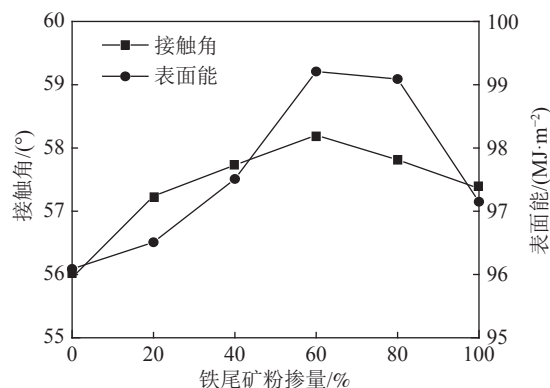


图 11 沥青混凝土粘附功和剥落功的变化规律

Fig.11 Change law of asphalt concrete adhesion work and peeling work

由图 11 可知, 随着铁尾矿粉掺量的不断增大, 沥青混凝土粘附功和剥落功的变化规律呈现出先增大后减小的趋势, 且在铁尾矿粉掺量为 60% 时取得较大值, 这是由于石灰岩以一种碱性的岩石, 该碱性岩石表面也具有加强的碱性, 而沥青内部物质主要呈现出酸性, 故石灰岩的碱性中心可以与沥青中的酸性中心发生反应, 进而生成具有活性的钙质盐等物质, 并且该类活性物质可以附着在沥青混凝土颗粒的表面, 以此来增强沥青混凝土内部颗粒的粘附性; 同时, 具有活性的矿粉可以与沥青混凝土中轻质沥青发生反应, 生成具有一定稳定性的结构沥青膜, 这可以提升沥青混凝土自身的粘附性能和颗粒之间的连接性能。但是随着铁尾矿粉掺量的不断增大, 结构沥青膜产生的数量不断减少, 且铁尾矿粉容易在沥青混凝土胶浆中形成颗粒“团聚”的现象, 进而降低了沥青混凝土自身的粘附性能和颗粒之间的连接性能。

5 沥青混凝土的微观结构性能

5.1 沥青混凝土的 TG 测试

本文所采用不同铁尾矿粉掺量的沥青混凝土开展 TG 测试^[11], 每一种铁尾矿粉掺量的沥青混凝土试样质量取大约 3 mg, 气氛为 N_2 。然后, 以每分钟 20°C 的加载速率将温度加载温至 800°C , 既

可以得出不同铁尾矿粉掺量沥青混凝土的 TG 曲线见图 12。

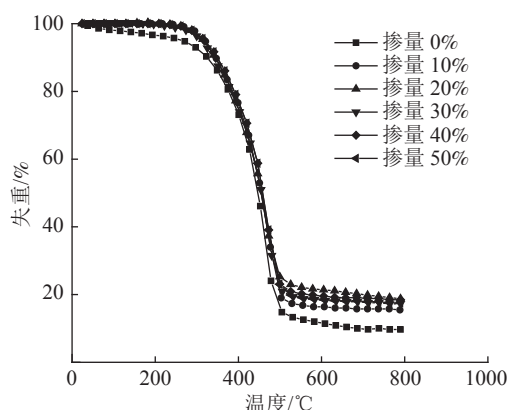


图 12 不同铁尾矿粉掺量沥青混凝土的 TG 曲线
Fig.12 TG curve of asphalt concrete with different iron tailings powder content

由图 12 可知，掺加不同掺量铁尾矿粉沥青混凝土的热分解有且只有一个分解阶段。当对沥青混凝土试样进行加热热分解时，沥青混凝土内部范德华力的变化规律呈现不断减小的趋势，这会使得基质沥青内部的微观骨架结构和组分都会发生改变；同时，随着铁尾矿粉掺量的不断增大，沥青混凝土内部发生化学反应后形成了更加复杂的多相体系，进而使得沥青混凝土的配伍性也发生了改变以及提升了沥青混凝土的高温稳定性，故铁尾矿粉的掺入可以有效地提升沥青混凝土的耐热性能。

5.2 沥青混凝土的 DSC 测试

根据文献^[12]中的方法对不同铁尾矿粉掺量的沥青混凝土开展 DSC 测试，得到不同铁尾矿粉掺量沥青混凝土的 DSC 曲线见图 13。

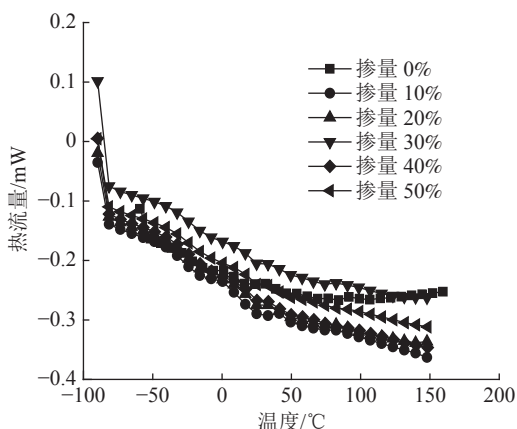


图 13 不同铁尾矿粉掺量沥青混凝土的 DSC 曲线
Fig.13 DSC curves of asphalt concrete with different iron tailings powder content

由图 13 可知，掺加铁尾矿粉沥青混凝土与不掺加铁尾矿粉沥青混凝土的 DSC 曲线具有明显的差别，这也说明了加入铁尾矿粉沥青混凝土内部结构和化学组成都与不掺加铁尾矿粉沥青混凝土的内部结构和化学组成不一致。同时，随着铁尾矿粉掺量的不断增大，沥青混凝土热流量的变化规律呈现出先增大后减小的趋势，且在铁尾矿粉掺量为 60% 时取得较大值，这也说明了掺加 60% 铁尾矿粉的沥青混凝土热稳定性较佳。

6 结 论

(1) 综合不同铁尾矿粉掺量作用下沥青混凝土胶浆基本物理性能指标的变化规律，得到在铁尾矿粉掺量为 60% 时，沥青混凝土各项指标达到较佳值，且此时沥青混凝土的路用性能也能完全满足公路道路的使用要求。

(2) 随着铁尾矿粉掺量的不断增大，沥青胶浆接触角和表面能与粘附功和剥落功的变化规律呈现出先增大后减小的趋势，且在铁尾矿粉掺量为 60% 时取得较大值。

(3) 随着铁尾矿粉掺量的不断增大，沥青混凝土内部发生化学反应后形成了更加复杂的多相体系，进而使得沥青混凝土的配伍性也发生了改变以及提升了沥青混凝土的高温稳定性，故铁尾矿粉的掺入可以有效地提升沥青混凝土的耐热性能。

(4) 随着铁尾矿粉掺量的不断增大，沥青混凝土热流量的变化规律呈现出先增大后减小的趋势，且在铁尾矿粉掺量为 60% 时取得较大值，这也说明了掺加 60% 铁尾矿粉的沥青混凝土热稳定性较佳。

参考文献：

- [1] Yang Qun, Zhou Shishi. Identification of asphalt pavement transverse cracking based on vehicle vibration signal analysis[J]. Road Materials and Pavement Design, 2021, 22(8):451-464.
- [2] 宁波, 闫艳, 左夏伟, 等. 铁尾矿砂混凝土力学特性实验研究[J]. 矿产综合利用, 2021(4):159-164.
- NING B, YAN Y, ZUO X W, et al. Experimental study on mechanical properties of iron tailings concrete[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(4):159-164.
- [3] 苗振坤, 田帅, 陈中航, 等. 一种高抗冲击性能贫铁矿石混凝土的实验研究[J]. 矿产综合利用, 2021(6):34-39.
- MIAO Z K, TIAN S, CHEN Z H, et al. Experimental study on

a poor iron ore concrete with high impact resistance[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2021(6):34-39.

[4] 刘竞怡, 孙志华, 温久然, 等. 金尾矿砂作为混凝土集料的物化性质及其改性实验[J]. *金属矿山*, 2021(5):211-220.

LIU J Y, SUN Z H, WEN J R, et al. Physicochemical properties of gold tailings as concrete aggregate and its modification test[J]. *Metal Mines*, 2021(5):211-220.

[5] 李军卫, 刘长明, 单雪峰. 水泥改良砂路基填料的力学特性研究[J]. *矿产综合利用*, 2021(3):193-199.

LI J W, LIU C M, SHAN X F. Research on mechanical properties of cement-improved iron tailings sand roadbed filler[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2021(3):193-199.

[6] 陈振富, 蔡双阳, 陶秋旺, 等. 铅锌尾矿砂混凝土抗压强度及屏蔽性能实验研究[J]. *混凝土*, 2021(2):68-71+76.

CHEN Z F, CAI S Y, TAO Q W, et al. Experimental study on compressive strength and shielding performance of lead-zinc tailings sand concrete[J]. *Concrete*, 2021(2):68-71+76.

[7] 王绪旺, 蒋应军. 铁尾矿半刚性路面基层的抗冲刷性能预估分析[J]. *贵州大学学报(自然科学版)*, 2020, 37(4):113-117.

WANG X W, JIANG Y J. Prediction and analysis of anti-scour performance of semi-rigid pavement base for iron tailings[J]. *Journal of Guizhou University(Natural Science Edition)*, 2020, 37(4):113-117.

[8] 交通运输部公路科学研究院. 公路工程沥青及沥青混合料实验规程: JTGE20-2011[S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.

Research Institute of Highway Ministry of Transport. Standard test methods of bitumen and bituminous mixtures for highway engineering: JGT E20-2011[S]. Beijing: China Communications Press, 2011.

[9] Sugawara N, Hokari K, Watanabe T, etc. Energy saving characteristics of a new type of road-heating system[J]. *Atmospheric Research*, 1998, 46(1):113-122.

[10] Luo S, Yang X. Performance evaluation of high elastic asphalt mixture containing deicing agent mafilon[J]. *Construction and Building Materials*, 2015, 94:494-501.

[11] 覃峰. 锰渣矿粉沥青混合料抗腐性能研究[J]. *新型建筑材料*, 2012(10):56-58.

QIN F. Study on the anti-decay ability of manganese slag powder asphalt mixture[J]. *New Building Materials*, 2012(10):56-58.

[12] 曾梦澜, 赵宇, 潘浩志, 等. 欧洲岩沥青改性沥青结合料使用性能实验研究[J]. *湖南大学学报: 自然科学版*, 2016, 5: 125-130. 18037-18042.

ZENG M L, ZHAO Y, PAN H Z, et al. Experimental study on the performance of modified asphalt binder for rock Asphalt in Europe [J]. *Journal of Hunan University : Nature Science Edition*, 2016, 5: 125-130.18037-18042.

Research on Mortar-aggregate Adhesion and TG-DSC Test of Iron Tailings Asphalt Concrete

Wan Jinxia¹, Sun Boyi²

(1. Jinlin Railway Technology College, Jilin, Jilin, China; 2. School of Civil Engineering and Transportation Liaoning Technical University, Fuxin, Liaoning, China)

Abstract: On the basis of studying the mechanical properties and road performance of iron tailings powder mixed into asphalt concrete, the influence of iron tailings powder content on asphalt mortar-aggregate adhesion is analyzed. In addition, TG and DSC tests of asphalt concrete with different iron tailings powder content have been carried out. The results show that the basic physical performance index of asphalt concrete mortar under the action of different iron tailings powder content is comprehensive, and it is obtained that when the iron tailing powder content is 60%, the various indicators of asphalt concrete reach the best value. At this time, the road performance of asphalt concrete can also fully meet the requirements of highway road use. With the increasing content of iron tailings powder, the change law of the contact angle and surface energy of the asphalt mortar and the adhesion work and peeling work showed a trend of first increasing and then decreasing. The maximum value is achieved when the iron tailings powder content is 60%. At the same time, the incorporation of iron tailings powder can effectively improve the heat resistance of asphalt concrete and effectively improve the thermal stability of asphalt concrete.

Keywords: Iron tailings powder; Asphalt mortar-aggregate adhesion; Contact angle; Surface energy; Adhesion work; Peeling work