

沥青含量对沥青混合料力学性能影响规律试验研究

张邵康 马杰 蔡文俊 肖子钰 杨嘉琦 王梓泊 刘畅 刘蕾 王翌 熊新华

中国民航大学交通科学与工程学院

DOI:10.12238/jpm.v3i11.5401

[摘要] 沥青混合料广泛用于道路工程领域, 施工方便、性能优异。沥青混合料由沥青基质、粗骨料、细骨料和填料等部分组成, 其中沥青基质对其力学性能影响较大。本文采用沥青混合料马歇尔稳定度试验和密度试验, 研究沥青含量对沥青混合料马歇尔稳定度、流值、毛体积相对密度、空隙率以及饱和度等力学性能的影响规律。

[关键词] 沥青; 沥青混合料; 力学性能; 室内试验

Experimental study on the influence of asphalt content on mechanical properties of asphalt mixture

Zhang Shaokang, Ma Jie, Cai Wenjun, Xiao Ziyu, Yang Jiaqi, Wang Zibo, Liu Chang, Liu Lei, Wang Zhao, Xiong Xinhua

School of Transportation Science and Engineering of Civil Aviation University of China Tianjin 3000300

[Abstract] Asphalt mixture is widely used in the field of road engineering with convenient construction and excellent performance. Asphalt mixture is composed of asphalt matrix, coarse aggregate, fine aggregate and filler, among which asphalt matrix has great influence on its mechanical properties. In this paper, Marshall stability test and density test were conducted to study the influence of asphalt content on Marshall stability, flow value, relative density of gross volume, void fraction, saturation and other mechanical properties of asphalt mixture.

[Key words] Asphalt; Asphalt mixture; Mechanical properties; Laboratory test

1 引言

沥青混合料的组成主要包括沥青、粗骨料、细骨料及填料等, 其中沥青含量、沥青与集料的配合比、集料的级配及矿粉的掺量等均会对沥青混合料的整体力学性能产生影响。大量学者^[1-6]采用不同试验研究了沥青混合料的耐久性、高低温稳定性和水稳定性等性能。朱毅等^[1]通过 SGC 旋转压实机, 模拟了两种级配 AC-13 沥青混合料的耐老化性。樊统江^[2]通过冻融劈裂试验、小梁弯曲试验和车辙试验等研究了不同级配沥青混合料的高低温稳定性、水稳定性。梁春雨等^[3]通过三轴剪切试验和车辙试验, 得到剪应力及动稳定度之间最佳指标范围。冯俊领等^[4]采用静压成型法, 分析了大粒径沥青混合料的回弹模量、无侧限抗压强度、劈裂抗拉强度的力学指标, 为研究沥青混合料力学性能规律提供了试验方法的参考。李倩倩^[5]发现在高温低频区域沥青混合料三轴动态模量明显大于弯拉动态模量。鲁艳蕊^[6]发现随着温度的降低, 沥青混合料的劈裂抗拉强度出现了先升高后减小, 破坏应变逐渐减小, 破坏劲度模量逐渐增大的现象。

本文主要以 AC-16 型沥青混合料为研究对象, 采用 A-90 型石油沥青, 通过马歇尔试验和沥青混合料密度试验, 研究沥

青含量对沥青混合料毛体积相对密度、马歇尔稳定度、流值、空隙率和饱和度等性能的影响规律。

2 沥青混合料试验

本文以 AC-16 型沥青混合料为研究对象, 采用 A-90 型石油沥青。根据《民用机场沥青道面设计规范》, 具体级配如表 1 所示。

本文通过沥青混合料马歇尔稳定度试验和密度试验进行研究。马歇尔稳定度试验主要用于进行沥青混合料的配合比设计或沥青路面施工质量检验。标准马歇尔试验采用圆柱形试件, 直径和高度分别为 101.6mm、63.5mm, 实验仪器包括沥青混合料马歇尔试验仪、恒温水槽、烘箱等。密度试验采用表干法测定沥青混合料毛体积相对密度, 采用圆柱形试件, 直径和高度分别为 100mm、70mm。试验仪器包括电子天平、标尺、毛巾及烧杯等。

表 1 AC-16 沥青混合料集料级配范围

筛孔/mm	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.0	0.75	0.3	0.15	0.075	
试验级配/%	100	97	83	68	53	41	30	22	16	11	6

3 沥青用量对沥青混合料力学性能影响规律

为了研究沥青用量对沥青混合料马歇尔稳定度、流值、毛体积相对密度、空隙率及饱和度等力学性能的影响规律, 根据规范规定和已有研究数据, 本实验所采用的油石比为 4.0%、4.5%、5.0%和 5.5%。

3.1 马歇尔稳定度随油石比变化规律

图 1 给出了沥青混合料稳定度随油石比的变化情况。由图可知, 随着油石比的增大, 沥青混合料的马歇尔稳定度先增大后减小。油石比为 4.4%时, 沥青混合料马歇尔稳定度最大, 为 10.4kN。油石比从 4.0%增大到 4.4%, 马歇尔稳定度增加了 11%; 油石比从 4.4%增大到 5.5%, 马歇尔稳定度减小了 24%。根据《民用机场沥青道面设计规范》, AC 型沥青混合料的稳定度应大于 9.0kN, 即沥青含量应介于 4.0-4.8%之间。

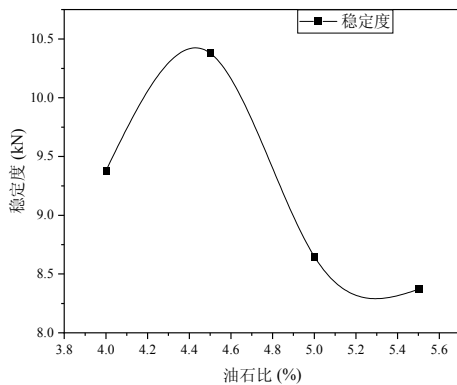


图 1 稳定度随油石比变化曲线

3.2 流值随油石比变化规律

图 2 给出了沥青混合料流值随油石比的变化情况。由图可知, 随着油石比的增大, 沥青混合料的流值增大。油石比为 5.5%时, 沥青混合料流值最大, 为 28.6mm。油石比从 4.0%增大到 5.5%, 流值增加了 45.2%。根据《民用机场沥青道面设计规范》, AC 型沥青混合料的流值要求在 20-40mm, 即沥青含量应介于 4.1-5.5%之间。

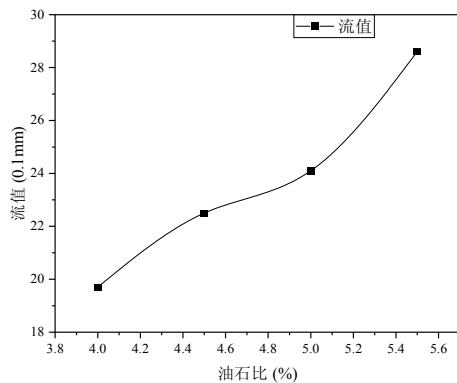


图 2 流值随油石比变化曲线

3.3 毛体积相对密度随油石比变化规律

图 3 给出了沥青混合料毛体积相对密度随油石比的变化情况。由图可知, 随着油石比的增加, 沥青混合料的毛体积相对密度先增大后减小。油石比为 5.0%时, 沥青混合料毛体积相对

密度最大, 为 2335g/cm³。油石比从 4.0%增大到 5.0%, 毛体积相对密度增加了 5.7%; 油石比从 5.0%增大到 5.5%, 毛体积相对密度减小 3.4%。

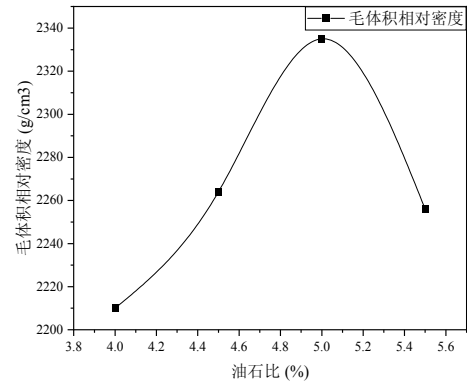


图 3 毛体积相对密度随油石比变化曲线

3.4 空隙率随油石比变化规律

图 4 给出了沥青混合料空隙率随油石比的变化情况。由图可知, 随着油石比的增加, 沥青混合料的空隙率一直减小。当油石比为 4.0%时, 沥青混合料空隙率最大, 为 6.5%。油石比从 4.0%增大到 5.5%, 空隙率减小了 44.6%。根据《民用机场沥青道面设计规范》, AC 型沥青混合料的空隙率应在 3-5%之间, 即沥青含量应介于 4.6-5.5%之间。

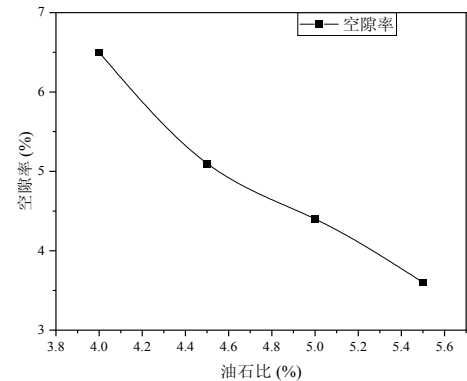


图 4 空隙率随油石比变化曲线

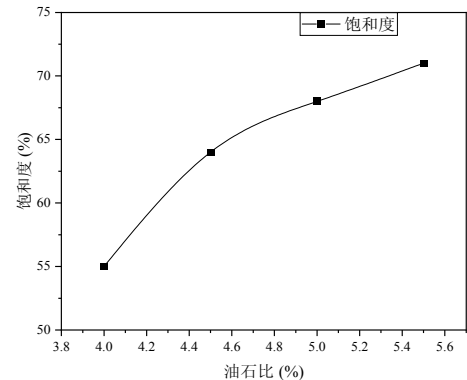


图 5 饱和度随油石比变化曲线

3.5 有效沥青饱和度随油石比变化规律

图 5 给出了沥青混合料有效沥青饱和度随油石比的变化情况。由图可知, 随着油石比的增加, 沥青混合料的饱和度一直增大。当油石比为 5.5%时, 沥青混合料饱和度最大, 为 71%。

油石比从 4.0% 增大到 5.5%，饱和度增大了 29.1%。根据《民用机场沥青道面设计规范》，AC 型沥青混合料的饱和度应在 65-75% 之间，即沥青含量应在 4.5-5.5% 之间。

4 结论

本文通过室内试验研究了沥青含量对沥青混合料马歇尔稳定度、流值、毛体积相对密度、空隙率以及饱和度等力学性能的影响规律，得到如下结论：

- (1) 沥青混合料马歇尔稳定度随油石比先增大后减小，最多减小 24%，马歇尔稳定度最大为 10.4 kN。
- (2) 沥青混合料流值随油石比增大而增大，最多增大 45.2%，流值最大为 28.6mm。
- (3) 沥青混合料毛体积相对密度随油石比先增大后减小，最多增大 5.7%，毛体积相对密度最大为 2335g/cm³。
- (4) 沥青混合料空隙率随油石比增大而减小，最多减小 44.6%，空隙率最大为 6.5%
- (5) 沥青混合料有效沥青饱和度随油石比增大而增大，最多增大 29.1%，饱和度最大为 71%。

[参考文献]

- [1]朱毅, 谭继宗, 岳爱军. AC-13C 型沥青混合料力学性能的试验研究[J]. 公路工程, 2011, 2: 57-63+71.
- [2]樊统江. 不同级配对沥青混合料的力学性能和路用性能的影响[J]. 重庆交通学院学报, 2004, 1: 22-25.
- [3]梁春雨, 厉永举. 粗骨料形状对沥青混合料力学性能的影响[J]. 中外公路, 2007, 5: 199-202.
- [4]冯俊领, 张起森, 高和生, 陈一飞. 大粒径沥青混合料力学性能试验研究[J]. 公路, 2006, 2: 157-161.
- [5]李倩倩. 沥青混合料三轴动态模量试验研究[D]. 重庆交通大学, 2020.
- [6]鲁艳蕊. 沥青混凝土低温力学特性研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2019, 2: 277-280.

资助项目

本文由天津市级大学生创新创业训练计划项目(项目编号: 202110059162)资助完成, 指导教师为吴堃。