

沥青混合料马歇尔试验指标分析与质量控制

许彦明

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 本文聚焦沥青混合料马歇尔试验,阐述了其基本原理、设备材料及试验步骤。深入分析稳定度、流值、空隙率等马歇尔试验指标及其相互关系,并从原材料、配合比设计、施工过程以及质量检测评定等方面,探讨了基于马歇尔试验指标的沥青混合料质量控制措施,旨在为道路工程中沥青混合料性能评价与质量控制提供全面指导。

关键词: 沥青混合料; 马歇尔试验; 指标分析; 质量控制

1 沥青混合料马歇尔试验基本原理与方法

1.1 马歇尔试验概述

马歇尔试验是评价沥青混合料性能的一种经典且广泛应用的试验方法。它由布鲁斯·马歇尔(Bruce Marshall)于20世纪40年代提出,其基本原理是通过模拟沥青混合料在实际路面中所承受的荷载作用,对按一定方法成型的标准试件施加垂直荷载,直至试件破坏,从而测定沥青混合料在规定条件下的稳定度和流值等力学性能指标。该试验方法操作相对简便,设备成本较低,能够在实验室较为准确地反映沥青混合料在高温条件下的抗车辙能力以及在荷载作用下的变形特性。其试验结果可用于沥青混合料的配合比设计、质量检验以及路面性能评估等多个方面,在道路工程领域具有不可替代的重要地位,为道路的设计、施工和养护提供了关键的依据,确保道路能够满足不同交通流量和环境条件下的使用要求。

1.2 试验设备与材料

试验设备; 马歇尔击实仪:此设备是成型马歇尔试件的核心。它借助规定数量与落高的锤击,将沥青混合料击实成标准尺寸的圆柱体试件。击实锤的质量、落高以及击实次数等参数都有严格规范,以此保证试件成型均匀且一致,为后续试验提供可靠试件。恒温水槽:用于精准控制试件在试验过程中的温度^[1]。鉴于沥青混合料性能对温度极为敏感,不同温度下其力学性质差异明显,恒温水槽能确保试件在规定试验温度下进行稳定度和流值测试,保障试验结果准确且具有可比性。马歇尔稳定度仪:用于对成型好的试件施加垂直荷载,并实时记录荷载和变形数据。该仪器可精确测量试件在受力过程中的稳定度(最大破坏荷载)和流值(对应最大荷载时的变形量),为分析沥青混合料力学性能提供关键数据。其他辅助设备:电子天平用于准确称量沥青混合料各组成材料质量,确保配合比精准;烘箱用于烘干集料和加热沥青,满足试验对材料温度的要求;拌和设备则用于将沥

青和集料充分拌和均匀,形成优质沥青混合料。

试验材料; 沥青:作为胶结材料,其品种和性能对混合料整体性能起决定性作用。不同标号沥青的软化点、针入度和延度等性能指标各异,应根据道路所在地区的气候条件、交通荷载等因素选择合适的沥青品种和标号。集料:包括粗集料和细集料,是混合料的骨架。粗集料需具备足够强度、耐磨性和良好颗粒形状;细集料应洁净、干燥、无风化且级配良好,以提高混合料密实度和稳定性。填料:一般采用矿粉,其作用是填充集料间的微小空隙,增加沥青与集料的粘结力,提高混合料内聚力。矿粉应干燥、洁净,细度和化学成分需符合相关标准。

1.3 试验方法与步骤

试件制备; (1) 材料准备,依据预定配合比,精确称取所需质量的沥青、集料和填料。把集料与填料分别置于烘箱中加热至规定温度,同时将沥青加热至适宜的拌和温度。(2) 拌和,把加热好的集料放入拌和设备,先干拌一定时长,使集料充分混合均匀,接着加入沥青继续拌和,最后加入矿粉充分搅拌,直至沥青混合料均匀一致,无花白料、结团现象。(3) 击实成型,迅速将拌和好的沥青混合料装入预热至规定温度的试模,在规定时间内用马歇尔击实仪进行双面击实,击实次数按试验要求确定。击实完成后,将试件连同试模在室温下冷却,随后脱模,得到标准尺寸的马歇尔试件。(4) 试件养护,把成型好的试件放入恒温水槽,在规定试验温度下养护一定时间,让试件内部温度均匀,达到与试验环境相适应的状态。(5) 稳定度和流值测定,取出养护好的试件,迅速放入马歇尔稳定度仪上下压头间,调整仪器参数,按规定加载速度施加垂直荷载至试件破坏。加载中仪器自动记录荷载和变形数据,据此计算试件的稳定度和流值,稳定度为破坏时最大荷载(kN),流值为对应最大荷载时垂直变形(0.1mm)。

2 沥青混合料马歇尔试验指标分析

2.1 稳定度指标分析

稳定度是衡量沥青混合料在荷载作用下抵抗破坏能力的重要指标。较高的稳定度表明沥青混合料具有较好的抗剪切和抗压能力,能够承受较大的交通荷载而不发生破坏。稳定度的大小主要取决于沥青与集料之间的粘结力以及集料之间的嵌挤作用^[2]。当沥青的粘度较高、与集料的粘附性较好,或者集料的颗粒形状良好、级配合理时,沥青混合料的稳定度通常较高。在实际工程中,稳定度指标常用于评估沥青混合料的高温稳定性,对于交通流量大、重载车辆多的道路,要求沥青混合料具有较高的稳定度,以确保路面在高温季节和重载作用下不产生车辙、推移等病害。

2.2 流值指标分析

流值反映了沥青混合料在荷载作用下的变形能力。适当的流值表明沥青混合料在受力时能够产生一定的变形而不立即破坏,具有一定的柔韧性。流值过大,说明沥青混合料过于柔软,在荷载作用下容易产生过大的变形,导致路面出现波浪、拥包等病害;流值过小,则表明沥青混合料过于坚硬,脆性较大,在温度变化或荷载作用下容易产生裂缝。因此需要合理控制流值指标,使沥青混合料既具有一定的强度,又具备良好的变形能力,以适应路面的实际使用要求。

2.3 空隙率指标分析

空隙率是指沥青混合料中空隙体积占混合料总体积的百分比。空隙率的大小对沥青混合料的性能有着重要影响。适当的空隙率能够保证沥青混合料具有较好的透水性、耐久性和抗老化性能。如果空隙率过大,水分容易渗入混合料内部,在车辆荷载的反复作用下,会导致沥青与集料之间的粘结力下降,加速沥青的老化,从而降低路面的使用寿命;同时过大的空隙率还会使路面的噪音增大。反之,如果空隙率过小,沥青混合料在高温季节容易发生泛油现象,降低路面的抗滑性能,并且在温度变化时,由于内部缺乏足够的空隙来容纳沥青的膨胀,容易产生裂缝。

2.4 沥青饱和度指标分析

沥青饱和度是指沥青填充矿料间隙的体积占矿料间隙体积的百分比。它反映了沥青在矿料中的填充程度。适当的沥青饱和度能够保证沥青与集料之间形成良好的粘结,使混合料具有较高的强度和稳定性。沥青饱和度过高,意味着沥青用量过多,混合料容易在高温下产生流淌,导致路面出现车辙等病害;沥青饱和度过低,则沥青不能充分包裹集料,集料之间的粘结力不足,混合

料容易松散,降低路面的整体性能。在配合比设计中,需要合理控制沥青饱和度,使其处于适宜的范围内。

2.5 矿料间隙率指标分析

矿料间隙率是指压实沥青混合料中矿料部分以外的体积占混合料总体积的百分比。它综合考虑了矿料的堆积状态和沥青的填充情况。矿料间隙率的大小与集料的级配、形状以及沥青用量等因素密切相关。合理的矿料间隙率能够保证沥青混合料具有良好的密实度和稳定性。较大的矿料间隙率可能意味着集料级配不合理,或者沥青用量不足,导致混合料内部空隙较多,强度较低;而过小的矿料间隙率则可能导致沥青混合料在施工过程中难以压实,或者在高温下沥青膨胀空间不足,产生裂缝等病害。因此矿料间隙率指标对于评价沥青混合料的结构性能具有重要意义。

2.6 各指标间的相关性分析

马歇尔试验的各个指标之间存在着密切的相互关系。稳定度和流值通常呈现出一定的相关性,一般来说,稳定度较高的混合料,其流值可能相对较小,表明混合料具有较高的强度和较低的变形能力;反之,稳定度较低的混合料,流值可能较大,柔韧性较好,但强度可能不足^[3]。空隙率与沥青饱和度之间也存在明显的关联,空隙率越大,沥青饱和度通常越低,因为较大的空隙意味着沥青填充矿料间隙的比例相对较小。矿料间隙率则受到集料级配和沥青用量的综合影响,它与稳定度、流值等指标也存在着内在联系,合理的矿料间隙率有助于提高混合料的稳定度和降低流值,同时保证适当的空隙率和沥青饱和度。通过深入分析各指标间的相关性,可以更全面地了解沥青混合料的性能特点,为配合比设计和质量控制提供更科学的依据。

3 基于马歇尔试验指标的沥青混合料质量控制

3.1 原材料质量控制

对进场的沥青应进行严格的检验,检测其针入度、软化点、延度等关键性能指标,确保其符合设计要求和相关标准规定。不同来源和批次的沥青可能存在性能差异,因此在使用前应进行充分的试验验证,避免因沥青质量问题导致混合料性能不稳定。同时要注意沥青的储存条件,防止沥青在储存过程中发生老化、离析等现象。集料的质量直接影响沥青混合料的骨架结构和力学性能。应严格控制集料的压碎值、磨耗值、针片状颗粒含量等指标,确保集料具有足够的强度和良好的颗粒形状。对于细集料,要控制其含泥量和砂当量,保证集料的洁净度。在集料进场时,应进行抽样检测,合格后方可使用,集料的堆放应规范,避免不同规格的集料混

杂,影响混合料的级配准确性。填料的质量对沥青混合料的性能也有重要影响,应选用干燥、洁净的矿粉,检测其细度、亲水系数等指标,确保其符合标准要求。矿粉的含水量过高会影响其与沥青的粘结效果,因此在使用前应进行烘干处理。同时要注意矿粉的储存环境,防止受潮结块。

3.2 配合比设计质量控制

根据道路的设计要求、交通条件以及原材料的性能特点,进行目标配合比设计。通过马歇尔试验,确定最佳的沥青用量和矿料级配,使沥青混合料的各项性能指标(如稳定度、流值、空隙率、沥青饱和度等)均满足设计要求。在目标配合比设计过程中,应进行多组不同沥青用量和级配的试验,通过综合分析试验结果,选择最优的配合比方案。在目标配合比确定后,进行生产配合比设计。根据实际生产中使用的拌和设备的冷料仓供料比例,通过热料仓取样筛分,确定各热料仓的材料比例,再次进行马歇尔试验,验证并调整生产配合比,使其与目标配合比相符合。生产配合比设计要充分考虑拌和设备的实际生产情况,确保混合料在生产过程中的质量稳定性。在正式生产前,应进行生产配合比验证。按照生产配合比进行试拌、试铺,取样进行马歇尔试验和路用性能试验,检验混合料的实际性能是否满足设计要求。如果试验结果不符合要求,应及时调整生产配合比,直至各项指标均合格为止。

3.3 施工过程质量控制

在沥青混合料拌和时,要严格把控原材料加热温度、拌和时间与温度。依据沥青品种、标号及气候,合理调整沥青和集料加热温度,保障沥青流动性且防止过热老化。拌和时间需充足,让沥青与集料充分裹覆,使混合料均匀。拌和温度控制在规定的范围,保证混合料运输和摊铺时性能稳定。定期检查维护拌和设备,避免设备故障影响质量。运输车辆要有良好保温性,车厢底部和侧板涂抹隔离剂防粘结。装料时分多次进行,避免离析,运输中覆盖篷布减少温度散失。合理安排车辆数量和路线,确保混合料及时、连续运至现场,防止运输时间过长致温度或性能下降。摊铺前清理检查下承层,保证表面平整、干燥、无杂物。调整摊铺机熨平板高度和仰角,使摊铺厚度和平整度符合设计^[4]。摊铺时保持匀

速、连续,避免停顿或变速,减少离析,并安排专人实时检查摊铺质量,及时处理问题。碾压是保证压实度和平整度的关键。根据混合料类型、厚度和气温,选合适压路机型号与工艺。遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则,分初压、复压、终压三阶段,严格控制各阶段碾压遍数和压实温度,确保路面达到规定要求。

3.4 质量检测与评定

在施工过程中,应定期对沥青混合料进行抽样检测,检测项目包括马歇尔试验指标(稳定度、流值、空隙率等)、沥青含量、矿料级配等。通过实时检测,及时发现混合料质量存在的问题,并采取相应的调整措施。同时要对路面的压实度、平整度、厚度等指标进行检测,确保路面施工质量符合设计要求。道路工程竣工后,应按照相关标准和规范进行全面的质量验收评定。质量评定内容包括沥青混合料的各项性能指标、路面的外观质量、使用性能等多个方面。通过综合评定,判断道路工程是否达到合格标准,对于不合格的部分应及时进行整改,直至满足质量要求为止。质量检测与评定是保证沥青混合料路面工程质量的重要手段,能够为道路的长期使用性能提供可靠保障。

结束语

沥青混合料马歇尔试验是评估其性能的关键手段,各指标对混合料性能影响重大且相互关联。通过严格把控原材料质量、优化配合比设计、规范施工过程以及加强质量检测评定,可有效保证沥青混合料路面工程质量。未来,应持续深入研究马歇尔试验及相关质量控制技术,不断提升道路建设水平,为人们提供更优质、耐久的道路交通环境。

参考文献

- [1]沈筠.浅谈公路路面工程沥青混合料原材料的质量控制[J].工程与建设,2022(2):189-190.
- [2]李磊.高速公路沥青混凝土路面施工控制关键技术[J].房地产导刊,2022(32):91-92.
- [3]周志远.公路工程沥青混合料面层施工技术要点[J].中国储运,2023,(12):194-195.
- [4]张亮.沥青混凝土面层施工技术及质量控制对策[J].大众标准化,2022,(06):25-26+29.