



中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路大空隙沥青碎石路面基层技术规程

Technical Specifications for Large Void Asphalt Macadam
Pavement Base of Highway

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction
Standardization

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路大空隙沥青碎石路面基层技术规程

Technical Specifications for Large Void Asphalt Macadam
Pavement Base of Highway

主编单位：安徽省交通控股集团有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

施行日期：XX年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

XX 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2017 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2017〕36 号）的要求，安徽省交通控股集团有限公司承担《公路大空隙沥青碎石路面基层技术规程》（以下简称“本标准”）的制订工作。

大空隙沥青碎石作为路面结构基层具有排水、抗裂等特点，我国大空隙沥青碎石基层路面经历了十多年的研究和工程实践，近年来对这项技术的使用需求逐渐增加，特别是服役期末裂缝严重、结构排水不良沥青路面结构的快速维修对这项技术的需求迅速增加。本标准以服务行业、服务工程为指导思想，以科学、合理、可操作为原则，全面吸收了国内外大空隙沥青碎石最新研究成果，在借鉴和总结国内外大空隙沥青碎石基层路面设计、施工和工程实践经验的基础上编制而成。

本标准是基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由安徽省交通控股集团有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或安徽省交通控股集团有限公司（地址：安徽省合肥市望江西路 520 号，邮编：230088，电子邮箱：），以便修订时参考。

主 编 单 位： 安徽省交通控股集团有限公司

参 编 单 位： 山东省交通科学研究院

主 编：

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

征求意见稿

公路大空隙沥青碎石路面基层技术规程

1 总则

1.0.1 为指导大空隙沥青碎石基层沥青路面设计和施工，保证路面质量，提高工程耐久性，制定本规程。

条文说明

本条规定了制定本规程的目的。大空隙沥青碎石混合料作为一种新型沥青混合料，其材料与结构的设计方法、指标、技术要求、施工工艺、施工质量标准与控制等都与常规沥青混合料有很大的差别，经过对大空隙沥青碎石混合料多年研究和大面实体工程验证的基础上，最终提出的一整套技术参数。

1.0.2 大空隙沥青碎石基层适用于年平均降雨量大于 600mm、具有结构内部排水和缓解反射裂缝需求的沥青路面结构性养护维修和改造工程中。

条文说明

本条规定了本规程的适用范围。

1.0.3 依据《公路沥青路面设计规范》JTG D50、《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 及《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 等行业标准要求，制订大空隙沥青碎石基层技术标准，衔接上述规范中路面结构设计、材料设计与施工的规定与要求，并匹配上述规范中的施工质量管理 and 检查验收评定标准，完善路面结构设计、材料设计、施工工艺及性能评价体系。

条文说明

本条规定了本规程与相关标准的关系和执行要求。

2 术语

下列术语适用于本文件。

2.0.1 大空隙沥青碎石混合料 Large void asphalt macadam mixtures

指沥青混合料最大公称粒径不小于 19mm，铺筑厚度不小于 6cm，空隙率介于 12%~18% 之间，能够将水分自由排出路面结构，抗裂性能满足一定指标要求的沥青混合料。以下简称 LVAM。

2.0.2 半开级配沥青混合料 Semi-open-graded bituminous paving mixtures

由适当比例的粗集料、细集料及少量填料（或不加填料）与沥青结合料拌和而成，压实成型试件的空隙率在 6%~12% 以上的半开式沥青碎石混合料。

2.0.3 下承层 Lower layer

养护维修或改造工程路面下承层是指进行病害处治后原路面结构（直接加铺）或原路面结构铣刨并进行病害处治后剩余部分的结构层（铣刨补强后加铺）。

3 路面结构设计

3.1 结构层设计

3.1.1 大空隙沥青碎石基层路面结构由沥青面层（磨耗层）、大空隙沥青碎石基层、下承层等多层结构组成。大空隙沥青碎石基层与下承层间应当设置下封层。

条文说明

设置下封层主要是为了排出结构内部的水，防止水渗入下承层结构。

3.1.2 沥青面层类型应与公路等级、使用要求、交通条件相适应，沥青面层宜选用密级配的材料。

3.1.3 养护维修或改建工程路面结构设计要进行必要的路况调查和病害处治后，进行加铺设计。下承层应具有良好的承载能力，当不符合设计承载力要求时，应进行补强处理。

条文说明

下承层不满足设计承载力要求时，在原结构进行病害处治后，可通过加铺半刚性基层或沥青层等结构层，使加铺后的下承层满足承载力要求。

3.1.4 原有路面的路况调查根据《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）中关于改建工程路面设计的调查内容进行，应重点调查各路段路面损坏的层位（或深度）、各层顶面的刚度（弯沉、当量回弹模量）及各层材料的性状（病害描述、材料类型、强度、级配、沥青含量、含水量、塑性指数等）。

条文说明

对原路面进行开挖，一是可以进一步了解路面结构的情况；二是通过承载板或落锤式弯沉仪FWD测试，确定路面不同铣刨深度的回弹模量，以便进行结构设计；此外，测试坑挖出的材料，还可以用于材料的室内分析与设计。对于划分的每个路段必须至少一处进行开挖。开挖可以选择在该路段具有代表性的行车道位置。

3.1.5 下承层应根据病害类型和程度选择采用挖补、注浆、V型开槽填沥青胶砂、热沥青（或乳化沥青）灌封等方法处理病害后进行再进行结构补强和加铺。

3.2 推荐结构形式

大空隙沥青碎石基层路面常用结构厚度推荐见表 3.2。

表 3.2 路面常用结构厚度

交通荷载等级	极重	特重	重	中等	轻
设计使用年限内设计车道累计	≥20.0	20.0~9.0	9.0~5.0	5.0~1.5	<1.5

大型客车和货车交通量($\times 10^6$, 辆)					
沥青面层厚度(cm)	≥ 18	≥ 15	≥ 15	≥ 10	≥ 4
大空隙沥青碎石层厚度(cm)	≥ 12	≥ 12	≥ 8	≥ 8	≥ 8
下承层强度 E0(MPa)	≥ 850	≥ 700	≥ 550	≥ 400	≥ 250

条文说明

车辆类型分类和交通荷载等级参照行业标准《公路沥青路面设计规范》。

在没有经验的情况下,可参考推荐的路面常用结构厚度进行结构组合设计,同时应考虑结构层厚度与混合料公称粒径的匹配问题,以及合理的施工厚度,如果同种材料厚度较大,超过单层施工厚度要求,应考虑进行双层或多层施工。

3.3 路面结构参数及验算

3.3.1 在进行结构验算前,应按照相关规范对大空隙沥青碎石混合料的模量进行测试。没有试验条件的,可参考推荐值。改性沥青大空隙沥青碎石混合料动态模量推荐值为(6000~7000) MPa。普通沥青加纤维大空隙沥青碎石混合料模量推荐值为改性沥青混合料推荐值的0.5~0.7倍。

3.3.2 路面结构参数测试方法及结构验算分析按照《公路沥青路面设计规范》(JTG D50)执行。

3.4 排水设计

3.4.1 大空隙沥青碎石基层结构兼有排水层功能,应根据《公路排水设计规范》(JTG/T D33)排水技术要求进行排水能力验证,应进行下封层防水与路肩排水设计。

3.4.2 大空隙沥青碎石基层结构下封层宜采用单层沥青表处方法,沥青结合料应采用热沥青或改性沥青,沥青洒布量为(1.2~1.5)kg/m²,然后洒布沥青用量为(0.3~0.5)%的预拌(5~10)mm碎石,洒布量为(6~8)kg/m²。在新建半刚性基层上设置下封层时,透层油不宜省略。

3.4.3 采用大空隙沥青碎石作为基层时应对路肩进行特殊设计,可以采用碎石路肩或在硬路肩设置排水渗沟,使渗入路面结构的水能够顺利排出。

条文说明

传统结构渗入路面结构内部的水分无法及时排出,在路面结构内部积聚最终造成路面结构的破坏或加速路面结构的破坏是目前沥青路面结构经常出现的破坏形式,大空隙沥青碎石基层结构的一项重要功能就是快速排出渗入路面结构内部的水分,或者是由于连通空隙的存在不会造成水分的积聚。大空隙沥青碎石基层结构中水分主要通过路肩排出,因此必须对路肩进行特殊设计。当采用排水盲沟设计时,盲沟中填充料采用水泥稳定单粒径碎石,碎石以上用表面层沥青混合料并与表面层厚度一样一并铺筑。横向排水管与路边泄水槽相连接,使路面内部的水分从泄水槽排出,避免路基冲刷。

3.4.4 路面养护维修工程中对单车道进行维修采用大空隙沥青碎石作为柔性基层时,应在其

底部设置排水管，可采用边部打孔的形式，排水管间距宜为（20-30）m，并在竖曲线底部进行加密至间距（10-15）cm。

4 混合料结构组成

4.1 一般规定

4.1.1 大空隙沥青碎石混合料宜在对同类公路使用情况调查研究的基础上，充分借鉴成功经验，选用符合要求的材料，进行配合比设计。

条文说明

大空隙沥青碎石混合料一种全新的沥青混合料，其级配设计与材质、材料特性等有较大的关系，因此必须针对所采用的材质、材料特性、加工工艺等进行相关调查，借鉴成功的经验。

4.1.2 大空隙沥青碎石混合料不同于 ATB 与 ATPB，配比设计时应充分考虑其特殊性；该混合料为单一粒径骨架空隙结构，其作为沥青面层与下承载层的过渡层（柔性基层）兼有排水、抗裂功能，配合比设计时应综合考虑其所处的层位与主要功能。

条文说明

大空隙沥青碎石基层作为结构层还兼有防止反射裂缝、排水功能，因此必须针对其所处层位，分析其主要发挥的功能，是以防止反射裂缝为主还是以排水为主，其所处层位受力特点对高温稳定性、抗裂性能、渗透性能的要求，针对性进行混合料设计。

4.2 原材料要求

4.2.1 沥青

4.2.1.1 公路大空隙沥青碎石路面基层应采用粘度较高的沥青作为结合料，建议采用 SBS 改性沥青和橡胶沥青，当采用基质沥青时宜添加纤维稳定剂。

条文说明

为了保证大空隙沥青碎石混合料的耐久性，混合料需要比较厚的沥青膜，但同时必须防止混合料的析漏，因此应当采用粘度较高的沥青结合料。橡胶沥青和SBS改性沥青具有很高的粘度，可以在不析漏的情况下能够保证沥青膜厚度。

当采用基质沥青时，由于粘度的不足，沥青膜厚度与析漏量两个要求不能同时满足，因此需要添加适量纤维稳定剂（通常为沥青混合料质量的1.5%左右）来提高沥青用量增加沥青膜厚度，但需要认识到此时计算的沥青膜厚度并没有考虑到纤维稳定剂的吸收沥青（目前尚无法进行计算）。

4.2.1.2 橡胶沥青所用基质沥青一般为 70 号道路石油沥青，橡胶粉采用斜交胎胶粉或子午胎胶粉，富含 25±2%天然橡胶成分，细度不小于 30 目，橡胶沥青及橡胶改性沥青的质量应符合表 4.2.1 规定的技术要求：

表 4.2.1 橡胶沥青技术要求

检测项目	技术要求	试验方法
175~190℃旋转黏度 (Pa. S)	1.5~4.0	T 0625
针入度 (100g, 25℃, 5℃), 0.01mm	30~60	T 0604
弹性恢复, %	>60	T 0662
软化点, °C	>56	T 0606

注： 旋转黏度采用 SC4-27 号转子，采用 20rads/min 转速，50%扭矩内插获得。

4.2.1.3 制造改性沥青的基质沥青应与改性剂有良好的配伍性，其质量应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 中道路石油沥青 A 级技术要求，SBS 改性沥青应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 中 I-D 技术要求。供应商在提供改性沥青的质量报告时应提供基质沥青的质量检验报告或沥青样品。

4.2.1.4 改性沥青宜在固定工厂或在现场设厂集中制作，也可在拌和厂现场边制作边使用。

4.2.1.5 现场制作改性沥青时宜随配随用，需作短时间保存时，或运送到附近的工地时，使用前应搅拌均匀，在不发生离析的状态下使用。改性沥青制作设备应设有随机采集样品的取样口，采集的试样宜立即在现场灌模。

4.2.1.6 工厂制作的成品改性沥青到达施工现场后存贮在改性沥青罐中，改性沥青罐中应加搅拌设备并进行搅拌，使用前改性沥青应搅拌均匀。在施工过程中应定期取样检验产品质量，发现离析等质量不符合要求的改性沥青不得使用。

4.2.1.7 大空隙沥青碎石混合料设计时宜根据养护维修工程下承层病害类型及严重程度、路段交通量状况确定结合料类型，裂缝病害严重、抗裂要求较高及重载交通路段，宜优先采用橡胶沥青和 SBS 改性沥青，其他等级道路可选择普通道路石油沥青。

4.2.2 粗集料

4.2.2.1 公路大空隙沥青碎石路面基层用粗集料应为轧制的坚硬岩石。粗集料应由具有生产许可证的采石场机械化生产或施工单位自行加工，形状接近立方体。

条文说明

大空隙沥青碎石混合料中粗集料起到骨架作用，粗集料的质量和其物理性能严重地影响着混合料的使用性能，因此混合料中粗集料应使用轧制的坚硬岩石。砾石存在较多的光滑面，破碎以后难以保证其具有良好的棱角性，而大空隙沥青碎石混合料对粗集料的棱角性较普通沥青混合料要高，因此规定不得采用破碎砾石。

4.2.2.2 粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙，质量应符合表 4.2.2 的规定。当单一规格集料的质量指标达不到表中要求，而按照沥青混合料中各种规格粗集料的比例计算的质量指标符合要求时，工程上允许使用。对受热易变质的集料，宜采用经拌和机烘干后的集料进行检验。

表 4.2.2 粗集料质量技术要求

指标	单位	高速公路及一级公路	其他等级公路	试验方法
石料压碎值 不大于	%	23	26	T0316
洛杉矶磨耗损失 不大于	%	25	30	T0317
表观密度(视密度) 不小于	t/m ³	2.60	2.45	T0304
吸水率 不大于	%	2.0	3.0	T0304
坚固性 不大于	%	12	—	T0314
与沥青的粘附性 不小于	—	5级	4级	T0616
针片状颗粒含量 不大于		15	20	T0312
其中粒径大于9.5mm 不大于	%	12	—	
其中粒径小于9.5mm 不大于		18	—	
水洗法<0.075mm 颗粒含量 不大于	%	1	1	T0310
软石含量 不大于	%	1	5	T0320
注：坚固性试验可根据需要进行。				

条文说明

大空隙沥青碎石混合料属于骨架空隙结构，集料的压碎值决定压实路面的稳定性，因此本标准规定集料压碎值应高于《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）相关技术要求，粗集料与沥青应有良好的粘结力，根据目前高速公路水损害出现的频率较高，而且大空隙沥青碎石混合料为透水性沥青混合料兼有排水功能，沥青路面渗入的水分可能会在结构内部长期存在，因此对抗剥落的要求较普通沥青混合料高。鉴于此要求粗集料与沥青的粘结力为5级，小于5级时应当采取抗剥落措施，以保证混合料达到抗剥落性要求，未列出指标应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）中对热拌沥青混合料集料的要求。

4.2.2.3 粗集料的粒径规格应按《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）的规定生产和使用。

4.2.2.4 当粗集料与沥青的粘附性不满足要求时，应当采用必要的措施进行处理，使混合料水稳定性检验达到要求。

4.2.3 细集料

4.2.3.1 公路大空隙沥青碎石路面基层用细集料包括石屑和机制砂。采用反击式或锤式破碎机生产的硬质岩集料经过筛选的小于2.36mm的部分具有较好的棱角性，可以作为机制砂使用。大空隙沥青碎石混合料宜采用机制砂。细集料应由具有生产许可证的采石场或采砂场生产。

4.2.3.2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配，其质量应符合表4.2.3的规定。细集料的洁净程度以砂当量（适用于0~4.75mm）或亚甲蓝值（适用于0~0.15mm）表示。

表 4.2.3 细集料质量要求

项目	单位	高速公路及一级公路	其他等级公路	试验方法
表观密度(视密度) 不小于	t/m ³	2.50	2.45	T0328、T0329

坚固性 (>0.3mm 部分) 不小于	%	12	—	T0340
砂当量 不小于	%	65	60	T0334
亚甲蓝值 不小于	g/kg	25	—	T0349
塑性指数 不大于	%	4	4	T0118、T0119
棱角性 (流动时间) 不小于	s	30	30	T0345
棱角性 (间隙率) 不小于	%	42	42	T0344
注：坚固性试验可根据需要进行，棱角性可选用流动时间法或间隙率法中的一种。				

条文说明

细集料应当洁净、具有良好的棱角性。针对细集料的洁净指标，给出了砂当量与亚甲蓝试验两种方法，分别针对不同规格的细集料，并且为了更严格控制细集料中粘土的含量将砂当量指标提高。

砂当量指标可以从一定程度上反映出细集料洁净程度，但是对细集料中石粉，粘土等区分程度较低。砂当量指标是测定细集料中石粉和泥土含量的综合反映指标，不能直接反映细集料中真正的泥土含量。

粘土对亚甲蓝的吸附作用很强，亚甲蓝值试验可以反映出细集料中粘土含量的大小。亚甲蓝指标对粘土含量敏感度高，在粘土含量的控制方面比砂当量更适用。

在《公路沥青路面施工技术规范》中，规定沥青混合料0-2.36mm细集料亚甲蓝指标应 $\leq 25\text{g/kg}$ 。大量工程试验数据显示这是不合适的，该数值太大，没有实际控制意义。综合项目试验结果及国内相关研究可知，0-2.36mm细集料亚甲蓝值 $\leq 2.5\text{g/kg}$ ，0.15mm以下细集料测试亚甲蓝值 $\leq 25\text{g/kg}$ 应该是合适的，因此本标准对该值做了相应的标准说明。

关于细集料的棱角性，美国Superpave采用间隙率法，欧洲一些国家采用流动时间法，目前在国内两种方法都有采用，因此本标准给出了两种方法的指标要求，检验时可任选其中一种。

4.2.3.3 石屑是采石场破碎石料时通过 4.75mm 或 2.36mm 的筛下部分，采石场在生产石屑的过程中应加设水洗或强风抽吸设备，杜绝覆盖层或夹层的泥土混入石屑中。石屑生产规格应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的要求。

4.2.3.4 机制砂宜采用专用的制砂机制造，并选用优质石料生产，其级配应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 中 S16 的要求。

4.2.4 填料

公路大空隙沥青碎石路面基层采用的填料为干燥消石灰粉或生石灰粉，石灰粉应干燥、洁净，能自由地从粉仓中流出，其质量应满足《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20) 中 III 级钙质消石灰粉或生石灰粉技术要求，并同时满足表 4.2.4 要求。

表 4.2.4 填料技术要求

项目	单位	高速公路、一级公路	其他等级公路	试验方法
表观密度 不小于	t/m ³	2.50	2.45	T0352
含水量 不大于	%	1	1	T0103 烘干法
粒度范围 <0.6mm	%	100	100	T0351
<0.15mm	%	90-100	90-100	
<0.075mm	%	75-100	70-100	
外观	--	无团粒结块		--

条文说明

由于大空隙沥青碎石混合料为透水性沥青混合料，填充料添加量比较少，一般为1%左右，为了提高沥青混合料的抗水损害能力，规定填充料采用干燥消石灰粉或生石灰粉。

4.3 矿料级配

大空隙沥青碎石混合料最大公称粒径不小于19mm，其级配与原材料的性能有关，可按表4.3选用级配范围，也可按附录A进行级配设计。

表 4.3 推荐级配范围

筛孔 (mm)	52	37.5	31.5	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
LVAM-20	100	100	100	100	60-95	32-62	22-46	6-29	6-18	3-15	2-10	1-7	1-6	1-4
LVAM-25	100	100	100	70-98	50-85	32-62	20-45	6-29	6-18	3-15	2-10	1-7	1-6	1-4
LVAM-30	100	100	90-100	70-95	40-76	28-58	19-39	6-29	6-18	3-15	2-10	1-7	1-6	1-4
LVAM-35	100	75-98	67-96	50-80	25-60	15-40	10-35	6-25	6-18	3-15	2-10	1-7	1-6	1-4

条文说明

大空隙沥青碎石基层需要有排水功能，要求空隙率比较大，因此采用连续密级配是不合适的，而应当考虑连续开级配(或半开级配)和断级配。为达到大的空隙率要求，混合料中粗集料的比例就要求很大，对于断级配在试验室条件下可能会得到很好的结果，但是施工时离析现象十分严重，因此采用的也很少，各国主要研究的还是连续开级配或半开级配。

一般情况下根据原材料性质以及所发挥的主要功能，通过线性规划进行大空隙沥青碎石混合料级配设计。为方便施工时进行混合料级配设计与质量控制，本规程制订了级配范围供设计时采用，但并不表明此范围适用于任何原材料种类。表中给出的级配范围较宽，在施工设计时应充分考虑原材料性能、结构层所处层位、功能要求以及地理、气候、交通等条件，并根据成功经验进行级配控制范围的优化。

4.4 混合料设计

4.4.1 成型方法

大空隙沥青碎石混合料设计应采用大型马歇尔成型方法或 Superpave 旋转压实仪(SGC)成型方法，具体成型参数见表 4.4.1-1 和表 4.4.1-2。

表 4.4.1-1 大型马歇尔击实仪成型参数

参数	技术要求	偏差要求
试件直径(mm)	152.4	±0.2
试件标准高度(mm)	95.3	±2.5
锤重(g)	10210	±10
落锤高度(mm)	457.2	±2.5
击实次数(次, 双面)	112	—

表 4.4.1-2 Superpave 旋转压实仪成型参数

参数	技术要求
轴向压实荷载(KPa)	600
初始压实次数(次)	8
设计压实次数(次)	100
最终压实次数(次)	160

条文说明

大空隙沥青碎石混合料成型方法根据现有条件可以采用大马歇尔法和旋转压实仪法，考虑目前我国工程实际情况与施工单位水平，现场仍以大马歇尔法为准，但在设计时应对比两种方法进行对比。

4.4.2 体积指标测定

4.4.2.1 试件毛体积相对密度的测定采用实测法和体积法，实测法采用自动真空密封设备实测试件体积，体积法为通过量测试件的直径与高度计算试件的体积。

4.4.2.2 自动真空密封法是目前测定大空隙沥青碎石混合料试件密度的标准方法，测试方法见附录 B；体积法可作为施工过程质量控制与验收采用方法。

4.4.2.3 目标配合比设计时应采用自动真空密封法，并对两种测试方法进行详细比较，确定两种测试方法的关系，为工程质量控制提供依据。

4.4.2.4 最大理论相对密度应采用集料有效密度进行计算，计算方法参考《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)。

条文说明

大空隙沥青碎石混合料的主要体积指标就是空隙率，其空隙率要满足排水要求，一般为 12-18%。空隙率的测定主要是成型试件密度的测定，由于空隙率较大采用常规的测定方法将难以进行，试件存在较大连通空隙，直接采用蜡封法蜡将进入试件内部，从而影响了密度的测试。密度的测定通常采用实测法和体积法。早期采用的实测法为二次封蜡法，即首先采

用橡皮泥将试件表面大空隙填平，然后称重，将橡皮泥填充的体积作为试件的体积，然后进行封蜡测定水中重，通过计算就可以测定试件的密度；体积法为直接采用游标卡尺测量试件的直径和高度计算试件的体积，然后根据试件的重量可以直接计算试件的密度。两种方法都存在一定的缺陷，体积法比较简单直接，但是由于试件表面侧面都并不是十分规则，而且由于粗集料含量大边角容易破损，直接造成计算体积的不准确，误差较大；实测法相对来讲误差较小，但也存在一定的人为误差，特别是在封橡皮泥时不同的人对表面空隙掌握的尺度不一样，另外测定起来也比较繁琐。目前国际上对于空隙率较大混合料密度测定比较先进的方法是真空密封法进行实测，Corelok设备是真空密封法的典型设备。Corelok是美国InstroTek测量仪器设备公司生产的一种专门用于测量沥青混合料及其砂石原材料密度的自动真空封装设备，是目前沥青及沥青混合料密度测试最先进的测试仪器，被美国NCAT（美国国家沥青中心）指定为专用密度测试设备，在美国已经得到广泛应用。与其他沥青混合料密度测试设备比较，其特点为：对试样形状无要求、多功能、全自动、快速、准确及再现性好等。Corelok能准确测试大空隙率沥青混合料的密度，如OGFC、PAM、透水性路面沥青混合料等，是传统的测试方法无法匹及的。

4.4.3 最佳沥青用量确定

大空隙沥青碎石混合料最佳沥青用量采用沥青膜厚度、设计空隙率并综合析漏与飞散试验方法确定，大型马歇尔设计方法配合比设计技术标准满足表 4.4.3 规定，采用其他方法时应进行大型马歇尔试验验证，混合料设计方法与步骤参见附录 A。

表 4.4.3 大型马歇尔设计方法设计技术标准

试验指标	单位	技术标准	试验方法
公称最大粒径	mm	等于或大于 19mm	—
马歇尔试件尺寸	mm	φ 152.4mm×95.3mm	T0702
击实次数（双面）	次	112	T0702
空隙率 VV	%	12~18	T0708、附录 B
沥青膜厚度	μm	>12	附录 A
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	不大于 0.2	T0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验	%	不大于 20	T0733
参考沥青用量	%	3-3.5	—

条文说明

纵观国内外对排水性大空隙沥青混合料最佳沥青用量确定的方法，主要都是经验方法。根据项目研究成果，最佳沥青含量的确定可以综合采用沥青膜厚度、设计空隙率以及析漏与

飞散试验方法确定。由于大空隙沥青碎石混合料具有排水功能，其空隙中有自由水的存在，为了满足水稳定性的要求使得混合料具有更好的耐久性，混合料应当具有足够的沥青膜厚度。综合密级配沥青混凝土以及SMA混合料的水稳定性研究，以及项目研究成果，对大空隙沥青碎石混合料要求沥青膜厚度为12um。

析漏试验和飞散试验是确定大空隙沥青碎石混合料最佳沥青用量的两项必不可少的试验。通过析漏试验可以确定保证沥青不产生流淌的最大沥青用量；通过飞散试验可以确定大空隙沥青碎石混合料不发生严重飞散的最小沥青用量。根据这两个沥青用量就可以确定大空隙沥青碎石混合料的沥青用量范围，在此范围内再参考设计试件体积指标与沥青膜要求的结果，选择合适的沥青用量作为最佳沥青用量。

为了保证沥青不产生流淌，对于大空隙沥青碎石混合料由于最大粒径较大，考虑施工中的离析等因素，对大空隙沥青碎石混合料要求析漏质量损失不大于0.2%；为了保证混合料不发生松散，飞散试验的质量损失不能大于20%。

4.5 性能检验

4.5.1 高温稳定性试验

大空隙沥青碎石混合料应进行高温稳定性检验，高温稳定性检验可采用车辙试验，试验方法为《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTGE20）中T0719-1993，评价指标为动稳定度（DS），要求DS值不小于2600次/mm，大空隙沥青碎石混合料的最大公称粒径不小于26.5mm时，车辙试件厚度应不小于8cm。

条文说明

评价混合料高温稳定性的试验方法有多种，通常我国采用的方法是动稳定度试验，即车辙试验。沥青混合料车辙试验是试件在规定温度及荷载条件下，测定试验轮往返行走所形成的车辙变形速率，以变形稳定期内每产生1mm变形的行走次数即动稳定度表示。车辙试验最大的特点是能够充分模拟沥青路面上车轮行驶的实际情况，在用于试验研究时，还可以改变温度、荷载、试件尺寸、成型条件等因素，以较好的模拟路面的实际情况。

由于大空隙沥青碎石混合料粒径较大，一般情况下最大粒径可达到37.5mm，因此传统的5cm车辙试件厚度已不适用。对于大空隙沥青碎石混合料应有最小压实厚度，当车辙试件厚度小于该厚度时粗集料之间不能形成良好的骨架结构，集料之间不能互相嵌挤，此时的试验数据不能反映真实情况。根据混合料压实厚度应为最大公称粒径的3-4倍原则，通过大量的试验验证，表明对于最大公称粒径不小于26.5mm的大空隙沥青碎石混合料车辙试验最小应采用8cm厚度，试验温度采用现行规范中规定的60℃。

4.5.2 抗裂性能试验

对抗裂要求高的工程宜按照附录 C 的方法进行抗裂性能评价，25℃条件下大空隙沥青碎石混合料抗裂加载次数指标不应低于 300 次。

条文说明

抗裂性能是大空隙沥青碎石混合料的一个关键指标，对于对抗裂要求高的道路宜进行抗裂性能的检验。

抗裂试验是一种简单、快速、有效的检测沥青混合料抗裂性能的实验室方法，称为 Overlay Tester（简称 OT 试验）。关于 OT 试验的评价指标，德克萨斯州交通部（TxDOT）的 Teax Overlyay Tester Project 认为沥青混合料 OT 试验 25℃ 条件下小于 300 个循环时，沥青混合料抗裂性能比较差。

沥青路面的裂缝包含裂缝的发生和裂缝的扩展两个阶段。传统的测试沥青混合料的抗裂性能方法比如弯曲疲劳试验，是通过控制恒定的应力或应变施加作用，但它只能考察疲劳开裂的发生，无法将裂缝的扩展阶段包含在内。而现在应用广泛的有限元方法，仅仅只能考察已存在裂缝的基础上，裂缝的扩展行为，没有包含裂缝的发生过程。OT 试验中试件的开裂过程则包含这两个阶段，使得试验结果更全面，与路面中沥青混合料的实际表现相关性更好。

4.5.3 渗透性能试验

大空隙沥青碎石混合料应进行渗透性能检验，渗透性能采用透水系数评价，要求透水系数不小于 0.1cm/s，渗透性能测试方法参见附录 D。

条文说明

根据工程需求，在需要对大空隙沥青碎石混合料马歇尔试件进行渗水系数检测的情况，本实验主要参照日本《铺筑试验法便览》的试验方法，采用常水压条件的渗水试验。

5 施工工艺

5.1 准备工作

5.1.1 大空隙沥青碎石基层施工前，应保证其下承层清洁、平整度、强度满足要求，不符合要求的不得铺筑。

5.1.2 大空隙沥青碎石基层直接用于旧沥青路面加铺层时，应对原沥青路面表面出现的裂缝、坑槽、松散、沉陷等病害按养护技术规范进行处理，达到要求，保证处理质量。

条文说明

原路面严重的破坏将是加铺层结构的软弱点,如不进行处理将会使加铺后的结构存在内部缺陷,从而造成结构内部的进一步破坏。挖补处采用密级配沥青混凝土回填压实,修补以后还需要进行承载力调查。

5.1.3 大空隙沥青碎石基层直接用于旧水泥路面加铺时,应对原水泥路面出现板角断裂、裂缝、坑洞、脱空、唧泥、沉陷、错台等病害进行处理。

条文说明

当对水泥路面进行病害处理时,裂缝严重呈现面板破碎路面、板边板角破碎与坑洞现象应进行挖除,然后采用水泥混凝土或密级配沥青混凝土进行回填压实,对于板底脱空、唧泥与沉陷部分应采用压浆处理。

5.2 拌和厂要求

5.2.1 拌和厂的设置应符合国家有关环境保护、消防、安全等规定。

5.2.2 拌和厂与施工现场距离应充分考虑交通、气候等不利因素,确保混合料的温度满足要求,且不致因颠簸造成混合料离析。

5.2.3 拌和厂应具有完备的排水设施。各种集料应分隔贮存,细集料应设防雨顶棚,料场及场内道路应硬化处理,严禁泥土污染集料。

5.3 混合料的拌制

5.3.1 大空隙沥青碎石混合料拌制采用间歇式拌和机。

5.3.2 拌和机设备的各种传感器应定期检定,周期不少于每年一次。冷料供料装置需经标定得出集料供料曲线。

条文说明

冷料仓转速与流量关系曲线的标定是必须的,因为保证冷料仓的供料比例是确保生产配合比稳定与供料平衡的先决条件。工程中经常出现拌合站操作人员根据操作室冷料仓转速旋钮确定冷料比例,这是不对的,因为材料的棱角性、松装密度、含水量等指标都是影响冷料供料比例的因素。

5.3.3 拌和机应配备计算机进行逐盘打印且具有二级除尘装置,二级除尘以后的回收粉不得采用。

5.3.4 大空隙沥青碎石混合料在生产前应对生产配合比进行严格调试。根据目标确定的配合比应首先进行热料仓振动筛的设置,然后进行热料仓筛分调试生产初试级配,根据抽提筛分结果确定采用生产级配,最后再确定最佳沥青用量。

5.3.5 大空隙沥青碎石混合料生产温度按照表 5.3.5 控制。混合料出场温度低于 165℃或高于 195℃时必须废弃。

表 5.3.5 大空隙沥青碎石混合料生产温度控制 (°C)

混合料类型	基质沥青加热温度	改性沥青加热温度	矿料温度	混合料出场温度
大空隙沥青碎石混合料	140~150	160~170	185~200	170~185

条文说明

温度是沥青混合料的重要参数，必须重视，对基质沥青温度的确定可以采用粘温关系曲线，改性沥青可参考成功经验或根据供应商提供进行验证确定。因为大空隙沥青碎石混合料中细颗粒成分较少，在干燥筒中容易过热，拌合时会促使沥青老化，故应对拌合温度进行严格控制。

5.3.6 拌和时间由试拌确定，一般应采用 45s 以上的拌和时间，其中干拌时间 5~10s。所有颗粒应全部覆裹沥青结合料，并以混合料拌和均匀为度。拌制好的混合料应均匀一致、无花白料、无结团成块或严重粗细集料分离现象。

5.4 混合料的运输

5.4.1 大空隙沥青碎石混合料宜采用较大吨位运料车运输，但不得超载运输，运输过程中不得急刹车、急弯掉头，不得造成封层、透层的损伤。

5.4.2 运料车每次使用前应清扫干净，在车厢板上涂一薄层隔离剂或防粘剂，防止沥青粘结，但不得有余液积聚在车厢底部。

5.4.3 拌和机向运料车装料时要求料车做到前后移动分多堆装车，平衡装料，以减少混合料离析。

5.4.4 运料车运输混合料宜用苫布覆盖保温、防雨、防污染。

5.4.5 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得沾有泥土等可能污染路面的脏物，否则应冲洗轮胎后进入工程现场。

5.4.6 混合料在摊铺地点凭运料单接收，每车混合料应检测到场温度，若到场温度不符合施工温度要求，或已经结成团块、已遭雨淋的不得铺筑。

5.4.7 摊铺过程中运料车在摊铺机前 100~300mm 处停住，空挡等待，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。

5.4.8 混合料在运输、等候过程中，如发现有沥青混合料沿车厢板滴漏时，应采取措施予以避免。

5.5 混合料的摊铺

5.5.1 大空隙沥青碎石混合料作为单粒径集中，且粒径较大的沥青混合料，在摊铺时要一次铺筑，不宜分层摊铺。

条文说明

大空隙沥青碎石基层的设计厚度一般情况下为 8~12cm，按照以往传统密级配混合料的施工经验是不可以一次性摊铺的。但是根据相关研究，混合料铺筑厚度至少为最大公称尺寸的 3 倍，如 LVAM-25 其最大公称尺寸为 26.5mm，这样最小铺筑厚度应为 7.95cm，根据研究如

果采用两层摊铺，在铺第二层时会对第一层造成很大的破坏；另外由于大空隙沥青碎石混合料的设计级配为骨架空隙结构，同时也为了避免更多的粗骨料破碎和混合料的严重离析，所以应采取一次摊铺。所有的实体工程表明，采用一层摊铺压实，完全满足施工和质量技术要求。

5.5.2 摊铺厚度的增大，应对摊铺机做调整，混合料的摊铺应保持合理的速度，根据拌和站的拌和能力进行合理调整，一般不得大于 2m/min，做到缓慢、均匀、不间断的摊铺。

5.5.3 摊铺机应调整到最佳工作状态，调整好螺旋布料器两端的自动料位器，并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。布料器中料的位置应以略高于螺旋布料器 2/3 为度，同时螺旋布料器的转速不宜太快，避免摊铺层出现离析现象。

5.5.4 当采用两台摊铺机时，应保证两台摊铺机的规格及型号相同，摊铺机螺旋布料器对接处加装反向叶片及防离析挡板，料斗两侧的挡板与末端的间距应尽量缩小，以不卡住集料为宜（约 10cm），防止过大造成离析。

5.5.5 要注意摊铺机料斗的操作方法，减小粗细集料的离析，摊铺机料斗应在刮板尚未露出约有 10cm 的热料时收拢，基本上是在运输车刚退出时进行，而且应该做到在料斗两翼刚复位时下一辆料车开始卸料，做到连续供料避免粗集料集中。

5.5.6 混合料的摊铺厚度应为设计层厚乘以松铺系数，摊铺前应确定观测点来验证松铺系数，每一工程大面积开工以前都应铺筑试验段，以确定各项参数。根据经验，混合料的松铺系数一般在 1.18-1.20 之间。

5.6 混合料的压实及成型

5.6.1 大空隙沥青碎石混合料的压实是保证质量的重要环节，应选择合理的压路机组合方式和碾压步骤。

5.6.2 由于大空隙沥青碎石混合料是一种完整的粗骨料骨架结构，施工时既要保证粗骨料的骨架结构又要防止由于过碾而导致骨架棱角的破坏。

5.6.3 为达到良好的压实效果，应使用大吨位的双钢轮振动压路机和较大吨位的胶轮压路机。对于一台 3000 型拌和站，基本配备如表 5.6.3，拌和能力增大时压实设备也应相应增加。

表 5.6.3 基本设备配备

设备类型	吨位	数量
双钢轮振动压路机	11-13 吨	2 台
胶轮压路机	26-30 吨	2 台
钢轮压路机	7-11 吨	1 台

5.6.4 初压时压路机应紧跟摊铺机，初压温度应根据沥青结合料确定，并在压实过程中不得急转弯，振动压路机应尽可能减少洒水量，保持合理的压实速度。

5.6.5 为保证压实过程中不出现沾轮现象，振动压路机水箱中应加入少量的洗衣粉类表面活性剂。胶轮压路机不得洒水，可以在压实过程中适量喷洒或涂抹隔离剂并以不粘轮为原则。

5.6.6 建议采用的压实工艺有两种，具体压实工艺如下：

两台双钢轮振动压路机，初压第一遍前进静压，后退振动；第二遍前进后退均为振压。压实速度宜为 1.5-2km/h，为防止过分振动振碎粗骨料，压路机宜采用高频低幅进行压实，相邻碾压带轮迹重合为 20cm 左右。洒水装置进行间断洒水，只要保证不粘轮即可。振动过后，胶轮压路机再碾压 1-2 遍，随后即可以进行赶光。赶光可采用 7-11 吨钢轮压路机，速度可控制在 3-4km/h。

胶轮压路机紧跟摊铺机进行跟踪碾压，在胶轮压路机压实一遍后，使得混合料的骨架结

构变得紧密，稳定了混合料，此后再用振动压路机同工艺一压实两遍后，再用胶轮静压一遍，最后赶光。

条文说明

列出的两种压实工艺是目前工程中经常采用的压实工艺，但并不局限于此两种工艺。当有数据表明或经试验段验证采用其他压实工艺也能很好满足要求时，也可采用。

5.6.7 混合料在冷却到一定温度以下用振动方式容易造成集料压碎，在试验段铺筑时应确定此温度，在此温度以下不应再用振动碾压。

5.6.8 由于大空隙沥青碎石混合料空隙率较大，表面粗糙，在重车通行下表面容易发生松散，因此在施工完成以后应尽量避免非施工应通过的车辆驶入，或在尽可能短的时间内铺筑沥青面层。

5.6.9 每一个工程项目开始之前，应修筑一个试验段，来检验混合料体积性质是否满意和评价摊铺与压实技术。这个试验段应用计划中的相同施工技术，在相同的混合料温度下摊铺与压实。

6 施工质量标准与控制

6.1 一般规定

6.1.1 大空隙沥青碎石基层沥青路面施工应根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，进行全过程质量控制，对各工序的施工质量进行检查评定，确保达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

6.1.2 除施工企业进行自检外，工程监理应按有关规定进行质量检查与认可，政府质量监督部门及工程建设单位应对工程质量进行监督。

6.1.3 本标准规定的技术要求是大空隙沥青碎石基层施工质量管理和交工验收的依据。

6.1.4 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，应如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原记录和数据上注明，但不得销毁。

6.1.5 大空隙沥青碎石基层沥青路面施工应加强过程质量控制，实行动态质量管理。施工质量管理与检查验收应包括工程施工前、施工过程中质量管理与质量控制，以及各施工工序间的检查及工程交工后的质量检查验收。

6.2 材料与设备检查

6.2.1 施工前应检查各种材料的来源和质量。对经招标程序购进的沥青、集料等重要原材料，供货单位应提供最新检测的正式试验报告。从国外进口的材料应提供该批材料的船运单。对首次使用的集料，应检查生产单位的生产条件、加工机械、覆盖层的清理情况。所有材料都应按规定取样检测，经质量认可后方可订货。

6.2.2 各种材料都应在施工前以“批”为单位进行检查，不符合本标准技术要求材料不得进场。对各种矿料是以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料为一“批”；对沥青是指从同一来源、同一次购入且储入同一沥青罐的同一规格沥青为一“批”。

6.2.3 工程开始前，应对材料的存放场地、防雨和排水措施进行确认，不符合标准要求时材料不得进场。进场的各种材料的来源、品种、质量应与招标及提供的样品一致，不符合要求的材料严禁使用。

6.2.4 使用成品改性沥青时，应要求供应商提供所使用改性剂型号和基质沥青的质量检验报告，必要时应对基质沥青进行取样检测。使用现场改性沥青的工程，应对试生产的改性沥青

进行检测，质量不合格的不可使用。

6.2.5 施工前应对沥青拌和楼、摊铺机、压路机等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度进行认真检查、标定，并得到监理的认可。

6.2.6 正式开工前，各种原材料的试验结果，及据此进行的目标配合比设计和生产配合比设计结果，应在规定的期限内向业主及监理提出正式报告，待取得正式认可后，方可使用。

6.3 试验段铺筑

6.3.1 大空隙沥青碎石基层施工前应铺筑试验段。

6.3.2 试验段的长度应根据试验目的确定，通常应等沥青混合料级配与油石比达到设计要求时制定，铺筑长度宜为 100~200m。

6.3.3 试验段铺筑分试拌及试铺两个阶段，应包括下列试验内容：

检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配。

通过试拌确定拌和机的操作工艺。

通过试铺确定摊铺、压实工艺，确定松铺系数等。

验证沥青混合料生产配合比设计，提出生产用的标准配合比和最佳沥青用量。

建立用钻芯法与精密水准仪高程法等无破损检测路面密度的对比关系。确定压实度、空隙率的标准检测方法。

条文说明

在试验段实施时可以定点采用精密水准仪观察每压一遍后高程变化情况，当高程不再变化或变化非常小时可以认为已经完成压实，当高程突然急剧下降时，可以及时察看是否集料出现了大量破碎，并记录每一时刻的压实遍数，待试验段完成后与芯样进行对比建立对比关系，确定合理的压实工艺，在大面积施工中通过严格控制压实遍数控制压实度与集料的破碎。

6.3.4 试验路铺筑阶段，对确定的标准配合比，应采用汉堡轮辙试验对现场所取芯样进行高温稳定性和水稳定性能的综合检验，试验方法按附录 E 进行，试验结果满足表 6.3.4 要求。

表 6.3.4 汉堡轮辙试验技术标准

沥青结合料类型	剥落点	碾压以下次数时，轮辙深度不高于 12.7 mm	试验温度
基质沥青	碾压 10000 次时不出现	10000	50℃
改性沥青	剥落拐点	20000	

条文说明

汉堡轮辙试验是目前评价沥青混合料高温性能更为科学、条件更为苛刻的试验方法，其可以采用压实成型板式试件也可以采用圆形试件或现场芯样，目前在美国与欧洲得到大量应用。汉堡轮辙试验仪可用于测定压实沥青混合料的水稳定性及高温稳定性。试验的基本过程是，使一定重量和规格的钢轮在沥青混合料的表面上来回碾压20000次，通过测量沥青混合料的轮辙深度和变形曲线的特征判断沥青混合料的水稳定性和抗车辙性能。沥青混合料一般浸在50℃的水中。与传统的轮辙试验仪器相比，如常用的车辙试验仪，汉堡轮辙试验是目前

测试沥青混合料水敏感性和高温稳定性最苛刻的试验设备。汉堡轮辙试验结果与沥青混合料的现场性能具有良好的相关性,能通过汉堡轮辙试验检验标准的沥青混合料一般都具有优良的路用性能。

6.3.5 试验段铺筑应由有关各方共同参加,及时商定有关事项,明确试验结论。铺筑结束后,施工单位应就各项试验内容提出完整的试验路施工、检测报告,取得业主或监理的批复。

6.4 施工质量检测

6.4.1 大空隙沥青碎石基层施工应在得到开工令后方可开工。

6.4.2 大空隙沥青碎石基层施工中应抓好材料质量、施工温度、摊铺碾压机械、施工工艺等关键环节,保证压实度,切忌片面追求平整度而降低压实度。

6.4.3 施工过程应以施工单位自检与监理抽检相结合,施工过程中检测的原始数据应真实,不得丢弃。

6.4.4 施工过程中材料质量检查项目和频率应符合表 6.4.4 中的要求。每个检查项目的平行试验次数或一次试验的试样数应按相关试验规程的规定执行,并以平均值评价是否合格。

表 6.4.4 施工过程中材料质量检查的内容和要求

材料	检查项目	检查频率	平行试验次数或一次试验的试样数
粗集料	外观(石料品种,含泥量等)	随时	—
	针片状颗粒含量	随时	3
	颗粒组成部分(筛分)	必要时	2
	压碎值	必要时	2
	洛杉矶磨耗损失	必要时	2
	含水量	必要时	2
细集料	颗粒组成	随时	2
	砂当量	必要时	2
	含水量	必要时	2
	松方单位重	必要时	2
石灰粉	外观	随时	—
	含水量	必要时	2
改性沥青	针入度	每天 1 次	3
	软化点	每天 1 次	2
	离析试验	每周 1 次	2
	低温延度	必要时	3
	弹性恢复	必要时	3
	显微镜观察(对现场改性沥青)	随时	—

6.4.5 沥青混合料拌和厂应按以下步骤对大空隙沥青碎石混合料生产过程控制,并按表 6.4.5 规定的项目和频率检查沥青混合料产品的质量,如实计算产品的合格率。单点检查评价方法应符合相关试验规程的试样平行试验的要求。

6.4.5.1 随时目测各种材料的质量和均匀性,目测混合料拌和是否均匀、有无花白料、油石比是否合理,检查集料和混合料的离析情况。

6.4.5.2 检查控制室拌和机各项参数的设定值、控制屏的显示值,核对计算机采集和打印记录的数据与显示值是否一致。

6.4.5.3 检测混合料的材料加热温度、混合料出厂温度，取样抽提、筛分检测混合料的矿料级配、油石比。抽提筛分应至少检查 0.075mm、4.75mm、9.5mm、公称最大粒径及中间粒径等 5 个筛孔的通过率。

6.4.5.4 取样进行密度试验，确定每日测定压实度的标准密度，密度测定可以用实测法和体积法。施工和验收过程中的压实度检验不得采用配合比设计时的标准密度，应按以下方法逐日检测确定：

1) 以试验室密度作为标准密度，即沥青拌和厂每天取样 1-2 次实测或计算的试件密度，取平均值作为该批混合料铺筑段压实度的标准密度。其试件成型温度与路面初压温度一致。

2) 以试验段密度作为标准密度。用无核密度仪定点检查密度不再变化为止，然后取不少于 15 个的钻孔试件的平均密度为计算压实度的标准密度。

3) 可根据需要选用试验室标准密度、试验段密度中的 1-2 种作为钻芯法检测评定的标准密度，同时应在报告中注明选用何种方法确定标准密度。

表 6.4.5 施工过程中检验频率与要求

项目		检查频度及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
混合料外观		随时	观察集料粗细、均匀性、离析、油石比、色泽、冒烟、有无花白料、油团等各种现象	
拌和温度	沥青、集料的加热温度	逐锅检测评定	符合规定	传感器自动检测、显示并打印，
	混合料出厂温度	逐车检测评定	符合规定	传感器自动检测、显示并打印，按 T0981 人工检测
		逐锅测量记录，每天取平均值评定	符合规定	传感器自动检测、显示并打印
矿料级配	0.075mm	逐锅在线监测	±1%	计算机采集数据计算
	4.75、9.5mm		±5%	
	>9.5mm		±6%	
	0.075mm	逐锅检查，每天汇总 1 次取平均值评定	±1%	总量检验
	4.75、9.5mm		±2%	
	>9.5mm		±3%	
	0.075mm	每台拌和机每 500~1000 吨 1 次，以 2 个试拌样的平均值评定	±1%	T0725 抽提筛分与标准级配比较的差
	4.75、9.5mm		±4%	
	>9.5mm		±5%	
沥青用量（油石比）		逐锅在线监测	±0.3%	计算机采集数据计算
		逐锅检查，每天汇总 1 次取平均值评定	±0.15%	总量检验
		每台拌和机每 500~1000 吨 1 次，以 2 个试样的平均值评定	±0.2%	抽提 T 0722、T0721
压实度		每 2km ² 检查 1 组	试验室标准密度的 98% 试验段密度的 99%	T 0924、T 0922
空隙率		每 2km ² 检查 1 组	±2%	T 0924、T 0922

析漏试验	每台拌和机每天 1-2 次	0.2%	T0732
飞散试验	需要时	20%	T0733

6.4.6 大空隙沥青碎石基层铺筑过程中应随时对铺筑质量进行评定，质量检查的内容、频度、允许差应符合表 6.4.6 的规定。

表 6.4.6 施工过程中质量评定标准

项目		检查频度及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差		试验方法
			高速公路、一级公路	其他等级公路	
厚度	每一层次	厚度 50mm 以上	设计值的 8%	设计值的 10%	施工时插入改锥量测松铺厚度及压实厚度
	总厚度	每 2000m ² 一点	设计值的-5%	设计值的-8%	T 0912
压实度		每 2000m ² 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	试验室标准密度的 98% 试验段密度的 99%		T 0924、T 0922 评定方法见规范
空隙率		同压实度标准	设计要求		本标准要求
平整度(最大间隙)	随时, 单杆(接缝)或连续 10 尺的平均值评定(正常段)		5mm	7mm	T 0931
平整度(标准差)	连续测定		2.4mm	3.0mm	T 0932
宽度	检测每个断面		不小于设计宽度	不小于设计宽度	T 0911
纵断面高程	检测每个断面		±10mm	±10mm	T 0911
横坡度	检测每个断面		±0.3%	±0.5%	T 0911

附录 A

(规范性附录)

大空隙沥青碎石混合料设计方法

A.1 一般规定

本方法步骤仅适用于大空隙沥青碎石混合料设计。本附录中未给出的计算公式参见《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)。

A.2 设计步骤

A.2.1 原材料试验

首先对原材料进行筛分,筛分均采用水筛法,在筛分同时对原材料物理指标进行测试,主要包括各种集料的视密度、毛体积密度、吸水率、松散密度、捣实密度与振实密度以及石灰粉视密度。

A.2.2 级配设计

混合料级配可以根据表 6 进行选择,也可以按以下方法进行设计,根据各集料密度参数,在级配设计程序中分别输入相应的参数,并根据设计结果对设计参数进行调整。

本级配设计方法采用体积填充的方法通过线性规划求解混合料的级配组成。设计过程中需要输入的原始数据和条件数据主要有:期望空隙率、粉胶比要求范围、粗集料松散密度、沥青密度与最大公称尺寸。设计的一般过程如下:

- (1)根据测定的最粗一级集料的松散嵌挤密度和毛体积密度确定最粗一级矿料的用量;
- (2)根据矿料的最大粒径和空隙率要求计算有效沥青含量:

$$VEA = 13.261 \times (S / 2.54)^{-0.187} + 0.57 \times (VV - 5) - VV$$

式中: VEA—体积上有效沥青含量 (%);

S—最大粒径 (cm)

VV—空隙率 (%)

- (3)根据吸水率估算吸收沥青含量;
 - (4)根据粉胶比的约束和矿料总和为 100%的约束,通过线性规划计算程序对设计的沥青矿料级配进行循环调配,直至满意为止。
 - (5)以计算的有效沥青和吸收沥青之和作为设计沥青含量进行性能试验。
- 设计时采用规划求解方法需要输入的原始参数见表 A.2.2。

表 A.2.2 线性规划求解输入原始参数

输入参数				
期望空隙率	粉胶比范围	最大档集料松散重	沥青比重	最大粒径
(%)		(g/cm ³)		(cm)
18	0.6~1.2	1.647	1.03	3.8100

级配设计时通常将粗细集料分开来分别设计,尤其是粗集料的总量和各级粒径集料的比例对于大空隙沥青碎石混合料的骨架作用无疑是十分重要的。级配设计与调整通常需要借助计算机程序来完成。

A.2.3 大型马歇尔试验

在确定级配以后就可以进行混合料成型试验,以确定最佳沥青含量。根据大空隙沥青碎石混合料设计的经验,可以选定三个沥青含量,一般为 2.5%、3.0%与 3.5%。成型试件的密度测定可以采用算法与 CoreLok 法,混合料的最大理论密度采用算法,计算采用各集料的密度为有效密度,集料有效密度与最大理论密度的计算公式详细见《公路沥青路面施工技

术规范》(JTG F40)。根据实测或计算得到的密度数据可以计算出成型试件的空隙率。

A.2.4 沥青膜厚度计算

沥青膜厚度可以通过沥青含量与集料比表面积来计算, 沥青含量应当采用有效沥青含量, 集料比表面积的计算可根据美国 AI 给出的经验公式估算, 公式如下:

$$AREA = 0.41 + 0.0041 P_{4.75} + 0.0082 P_{2.36} + 0.0164 P_{1.18} + 0.0287 P_{0.6} + 0.0614 P_{0.3} + 0.1229 P_{0.15} + 0.3277 P_{0.075} (m^2 / kg)$$

式中: P_i 分别为 I 级筛孔的通过率(%)。

A.2.5 析漏与飞散

析漏试验和飞散试验是确定透水性沥青混合料最佳沥青用量的两项必不可少的试验。通过析漏试验可以确定保证沥青不产生流淌的最大沥青用量; 通过飞散试验可以确定透水性沥青混合料不发生严重飞散的最小沥青用量。析漏与飞散试验具体方法与步骤详见《公路工程沥青与沥青混合料试验规程》(JTG E20)。

A.2.6 最佳沥青用量确定

首先根据析漏与飞散试验确定大空隙沥青碎石混合料的最小与最大沥青用量; 通过沥青膜厚度要求可以确定最小沥青用量, 然后通过空隙要求确定沥青用量的范围。最终得到的最佳沥青用量是一个范围, 可以取平均值也可以综合考虑经济因素确定最终的最佳沥青用量, 分析如图 A.2.6。

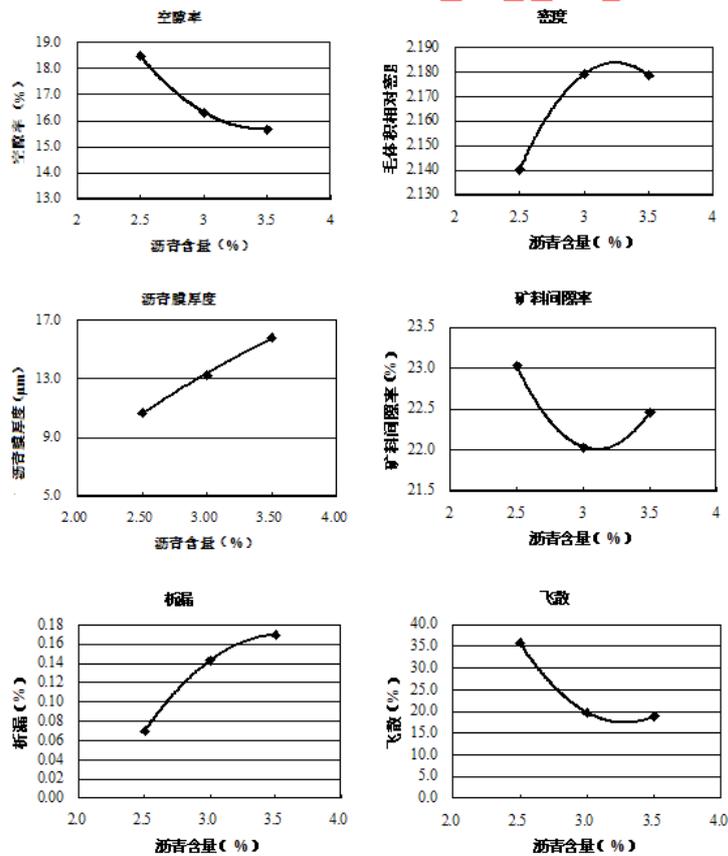


图 A.2.6 大空隙沥青碎石混合料设计分析图

A.3 性能检验

大空隙沥青碎石混合料的性能检验主要包括高温性能、抗裂性能和渗透性能。

附录 B

(规范性附录)

真空密封法测定压实沥青混合料毛体积密度试验方法

B.1 适用范围

B.1.1 本方法为沥青混合料压实试件的毛体积相对密度的测定方法。

B.1.2 本方法适用于开口和（或）内部连通空隙或吸水率大于 2% 的沥青混合料。

B.1.3 压实沥青混合料毛体积相对密度可用于沥青混合料单位质量的计算。

B.1.4 本试验以国际单位为准。

B.1.5 本标准可能包含危险材料、操作和设备。本方法并不能强调关于使用时的所有安全问题。在使用本方法之前，使用者有责任进行合适的安全和健康实践，并确定其使用的规则限制。

B.2 试件

B.2.1 试件可采用室内成型的沥青混合料或取自路面，混合料可以是面层、磨耗层、联结层、找平层或者沥青稳定基层。

B.2.2 试件尺寸一对试件尺寸有如下建议：（1）对圆柱或圆形试件的直径、或切割试件的边长不得小于集料最大粒径的四倍；（2）试件厚度不小于集料最大粒径的 1~1.5 倍。

B.2.3 取自路面的试件宜用钻机钻取，采用金刚石或金刚砂钻筒或采用其他合适的方法。

B.2.4 在试件钻取过程中需要避免试样的变形、扭曲、开裂等损坏，钻取后的试样应置于安全及清凉处。

B.2.5 钻取后的试样须避免与其他封层、粘层、基层、底基层材料、土、纸张及金属箔等材料混放在一起。

B.2.6 如果需要，可借助切割机等设备将试件从其他路面结构层中分离出来，参差不齐的试件边缘或者尖锐的集料可能会刺破塑料袋，如果装样袋内放不下试样，则须对试件末端或突出部位进行切割修整以便放入袋后能够包裹好试件。

B.3 设备

B.3.1 装样袋切割工具—刀、剪刀或其他类似剪切工具以便将装样袋迅速剖开。

B.3.2 天平—最大称量满足要求，最低感量要求能达到试样质量的千分之一或更高，天平需要带有悬挂及托盘装置，以便当试件置于悬挂于托盘中心下面的托盘时可以对试件称重。

B.3.3 塑料袋—通常采用两种规格的大、小型号塑料袋，小型袋子最小开口尺寸 235mm、最大开口尺寸 260mm，袋重小于 35g；大型袋子的最小开口尺寸 375mm、最大开口尺寸 394mm，袋重 35g 或以上。袋子需要用塑料材料制成且不粘附沥青膜，具备较好的防刺破能力且能耐受高达 70℃ 的试件温度，防水及密封性能良好，袋子最小厚度 0.100mm，最大厚度 0.152mm，制造商需要提供袋子的表观相对密度或与袋子质量有关的表观相对密度的回归公式，以及每批袋子的样本质量，参见制造商的建议以确保对袋子的正常使用。

B.3.4 试件滑动平台—水平、光滑的平台需要置于真空室内以便保证不同高度的试件通过密封条进行密封，平台应该可以移动且尺寸适当以便于进入真空室，保证试件的光滑端面可以较容易地沿光滑平台滑入，与光滑端面相对的试件的另一面需要铺衬一个软垫以免撕破塑料袋，平台要大小合适，以便既能完全托住试件，又能在密封过程中可以移动。

B.3.5 悬挂装置—需要采用最小规格的悬挂细丝以便最大限度地减少对浸入深度所可能带来的影响，悬挂装置需要满足能在试件全部浸入溶液中时能对试件质量进行有效称量。

B.3.6 温度计—测量范围从 10~50℃，分度值为 0.1℃。

B.3.7 真空室—需要一个真空泵，真空泵应具备在 60s 内使封闭空腔内的气压达到 5mm 汞

柱气压。真空室应满足密封 350mm 长、150mm 宽和 150mm 高的试件，真空室内需放有具有足够长度的密封条，以便对大小型号的袋子进行密封，根据厂家建议或者袋子成分设定加热温度，设备具备自动密封塑料袋功能，采用某种控制方式将袋中空气抽至真空室，以便确保袋子贴紧试件，需要对真空抽气和操作进行标定，以便在真空操作完成后 80~160s 内真空室恢复到大气压。真空系统需要具备控制真空室门开闭的插销装置。

B.3.8 真空表（标定过的）—将标定过的真空表放入自动真空密封设备中，以校验真空性能及密封效果，其精度最小测量范围为 10 到 0mm 汞柱，且最低感量为 1mm 汞柱。

B.3.9 水浴—可将悬挂于天平下面的试件浸入水中，且具备水位溢流孔以保持恒定的水位高度，并须附加一个加热器和循环装置。当称量试件质量时热循环装置不应使用。

注：

推荐容器内采用缓冲材料以降低袋子被刺穿的可能，需要采用夹子将水下的袋子固定并保证袋子边缘与水浴边缘不接触，水浴在视线位置有助于避免袋子被撕破和便于观测。

B.4 操作步骤

B.4.1 空气中试件初始质量—将试件置于室温 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 环境中，称取原始质量记作 E，试样应处于表干状态，表面无潮湿或水珠溢出，如果试样表面潮湿，在室温环境下用风扇吹干。对于仲裁试验，需将试件干燥至恒定质量时为止。室内刚成型不久的试件由于没有接触潮湿环境，故不再要求干燥。但由于其内部温度较高，可能需要较长的冷却时间。当实验成型的 3000~6000g 试件，置于室温下用风扇降温两小时后，可以认为已达到室温平衡状态。对于较小的试件，其降温时间可适当越短，不同降温措施没有明显差异。

注：

1.当试样置于 $52 \pm 3^\circ\text{C}$ 的烘箱内进行干燥时，若质量波动不超过 0.05%，即认为是质量恒定。当试样被浸水饱和时，首先置于 $52 \pm 3^\circ\text{C}$ 的烘箱内放置一夜，然后间隔两小时分别测定试样质量；

2.某些操作步骤可参照 T166 进行。

B.4.2 密封试样—根据试样选择适当型号的袋子，直径 100mm 和 150mm，厚度小于等于 50mm 的试件通常采用小袋子。

B.4.2.1 按照制造说明设置密封条加热温度。

B.4.2.2 取一包装袋装入试件，将试件最光滑的一面置于底部，这些操作是在真空室内进行，用一只手在滑动平台上打开袋子，用另一只手将试件放入袋内，袋子密封处距试件保留 25mm 的距离。

B.4.2.3 如有必要，填料板可以在试件放入前提前放入或者取出，抓住袋子未密封端两侧轻轻地推到密封条上方，袋口重叠至少 25mm。

B.4.2.4 在关闭真空室前，检查沿着密封条是否袋口有褶皱。

B.4.2.5 真空泵的指示灯变红，并且真空室外部的真空表开始转动，数字式仪表读数显示了真空状态，这一过程袋子通常会膨胀。

B.4.2.6 一旦密封后，减压阀打开，环绕在袋中试件周围的空气将会逸出到真空室中。

B.4.2.7 将密封盖打开，从真空室内小心将密封的试件取出，轻拉袋子的任何部位，看看是否松弛，松弛区域表明密封不严，对此需要重新从 B.4.1 节开始，换用一个新袋子并重新开始进行初始质量的称量。

B.4.3 密封试件质量—将试件从真空室内取出后，置于天平上快速称重并记录其质量为 B。

B.4.4 密封试件的水中质量—将密封试件放于 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 的水中快速称重，须注意将试件及袋子全部浸入水中，可借助回形针将袋子固定于水下并且使袋子不要接触箱边，测得水中重，记为 C。

注：

将密封盖从密封状态打开到将试件放入水浴中的时间不得超过 1 分钟，以减少袋子泄漏的可能性。

B.4.5 检查—将密封试件从水浴中取出，并且小心取走袋子，称取质量记为 D，将袋子取走前小心拍走袋上附着的水分使袋子成半干状态，称取试件的空中重记做 E，并与初始质量相对比，如果质量损失小于 0.08%，或者增重不超过 0.04%，即可通过检查，质量损失或增加可能是由于袋子泄露的原因，如果检查不通过，须将袋子移走，并且重新按 B.4.1 节的步骤开始试验。

B.4.6 干试件质量—试件的干质量 A 通常按照以下操作步骤最后进行称量，对于仲裁试验，跳过本节，直接用 A 等于 E。

B.4.6.1 将已知质量的试件置于已知质量的一个大的平底干燥的盘子中，如果试件不重复使用，将盘子和试件置于 110±5℃ 的烘箱中，如果试件需要重复使用，须将试件放于平盘中，按照 B.4.6.2 的方法干燥至质量恒定，并跳过 B.4.6.2 节。

B.4.6.2 将试样置于烘箱中直到混合料被烘散至沥青-细集料颗粒不大于 6.4mm (1/4 英寸)，将分散后的试样置于 110±5℃ 的烘箱中，干燥至质量恒定，当置于该温度的烘箱中进一步烘干时，两小时间隔内质量改变不超过 0.05% 时即认为是质量恒定。

B.4.6.3 将试样冷却至室温 25±5℃，称量试样和盘重，然后减去盘重，并记录干燥质量为 A。

B.4.7 塑料袋相对密度—根据厂家提供的公式计算袋子相对密度，或者给出整批货物的相对密度，记做 F，精确到 0.001。

B.5 计算

B.5.1 按照下面公式计算试件毛体积相对密度，重复测定该值并精确至 0.001。

$$G_{mb} = \frac{A}{(B-C) \left[\frac{B-E}{F} \right]} \quad (B.1)$$

式中：G_{mb}—试件的毛体积相对密度。

B.5.2 按照下面公式计算试件密度，重复测定该值并精确至 0.001。

$$\rho = G_{mb}(\gamma) \quad (B.2)$$

式中：ρ—试件密度，单位 g/cm³，

γ—25℃ 的水的密度。(0.997g/cm³)

B.6 校验

B.6.1 系统校验

B.6.1.1 真空设施每三个月校验一次，设备维修或者搬动重新安装后都要进行校验。

B.6.1.2 对真空表的校验需要采用可放入真空室的绝对真空计量，来校验密封设备的设定真空设定的读数。

B.6.1.3 将计量表放入真空室内，读取并记录所达到的最大真空度，如果读数为 10mm 汞柱或低于此值，该自动真空密封设备将不得使用。

B.7 精密度

B.7.1 通过本试验测得的毛体积相对密度精密度要求见表 B.7.1。

表 B.7.1 毛体积相对密度的可接受性要求

试验类型	标准差	两个结果可接受的范围
单个操作者精密度	0.0124	0.035
多个试验室精密度	0.0135	0.038

注：

精度估计来自“采用 Corelok 真空密封设备测定毛体积相对密度”报告，FHWA 的统筹

基金研究项目报告，报告号 FHWA-1F-02-044，NCAT 报告编号 02-11。

B.7.2 表中第二列所给出的标准差对按照第一列类型进行试验来说是合适的，第三列的数字为进行两次合格的平行试验所要求的不宜超过的数值。

征求意见稿

附录 C

(规范性附录)

抗裂性能试验方法

C.1 适用范围

测定标准条件下沥青混合料抗疲劳和抗裂性能，以裂缝贯穿试件所需加载次数表示。

C.2 设备

C.2.1 测试系统：由试验设备和测量系统组成，必要时配备控温箱。

C.2.1.1 试验设备：机械测试设备是由电机带动一个能提供正弦波位移荷载的变速箱进行驱动。试验设备需具有能施加周期为 2s 到 10s，最大荷载为 22.24kN 的荷载的能力。

C.2.1.2 控温箱：控温箱可以控制试件达到所需温度。控温箱可控温度范围为 0 到 25℃，误差为±0.5℃。

C.2.1.3 位移测量系统：本系统全程电脑控制；能够测量和记录试件加载过程中试件的水平应变。本系统应能够测量整个实验过程中施加的荷载情况并由此得出分辨率为 0.5%时的变形量。

C.2.1.4 承载试件底座：该底座的尺寸长 300mm，宽 150mm，厚 13mm，试验时将试样胶粘于该底座板上。如图 C.2.1 所示底座板上刻有一定间距的凹槽。应当使用淬火钢、镀钢或高强度阳极氧化铝来制作该底座。

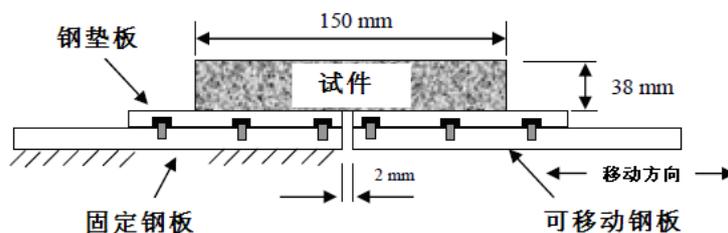


图 C.2.1 抗裂试验设备示意图

C.2.2 SGC(旋转压实仪)：用来成型实验室试件的旋转压实仪以及相关设备。

C.3 试验试件

C.3.1 尺寸：试验试件为经旋转压实或者野外钻孔试件切割成长150mm、宽76mm、高38mm的试件。

C.3.2 旋转压实试件：准备直径为150mm，高为127±5mm，空隙率与现场压实后目标空隙率要求一致的试件。

C.3.3 也可采用直径为150mm现场钻芯试件。

C.3.4 切割：如图C.3.4-1和图C.3.4-2所示。



图 C.3.4-1 切割标记模具

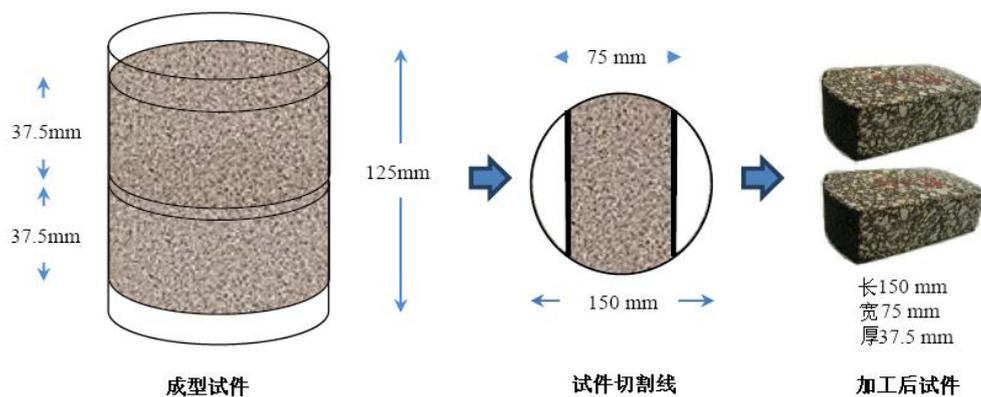


图 C.3.4-2 从旋转压实试件切割试验试件示意

C.3.5 空隙率：试验最终试件的空隙率与现场压实后目标空隙率要求一致。舍弃与目标空隙率相差大于0.5%的试件

C.3.6 重复试验：试验试件的个数取决于所需试验结果的准确度，每种混合料要求至少三个试件。

C.3.7 试件保存：试件用聚乙烯膜包裹后可在5—25℃条件下保存。

C.3.8 切后试件被环氧树脂粘结于钢垫板上，两块板各粘试件长度的一半，然后在试件顶部放置4.5kg或者更重的金属块，确保能粘接牢固。胶粘后的试件需要在25℃条件下放置4小时，以使粘结剂获得足够的强度。

C.4 试验程序

C.4.1 设定抗裂试验温度为25℃，荷载位移为0.63mm。

C.4.2 将胶粘于钢垫板上的试件放在环境箱中，使其达到指定温度。通过中间装有温度传感器的虚拟试样可以确定试件何时达到试验温度。试验在室温条件下（25℃）进行。

C.4.3 将粘有试件的钢垫板用螺丝固定到抗裂试验机固定和移动钢板上，确保钢垫板与抗裂试验机可移动钢板能同步移动。

C.4.4 如图C.4.4所示，施加周期为10s，最大位移为0.63mm的正弦波循环荷载，直到试件破坏。

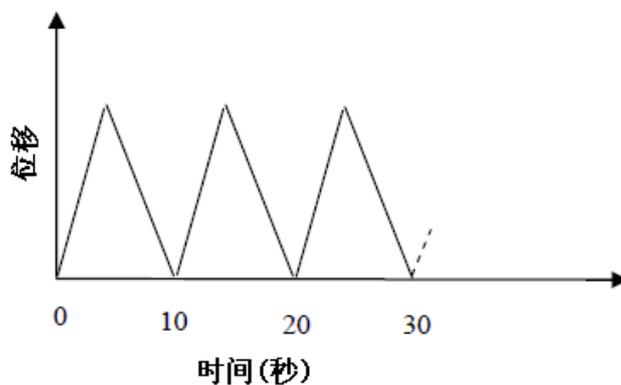


图 C.4.4 加载模式

C.5 报告

报告包括所有的试件信息，包括混合料类型、试件储存条件、试件制作和试验的日期、试件的体积指标、试验温度、开口宽度以及试件破坏加载次数 N。

附录 D

(规范性附录)

渗透性能试验方法

D.1 适用范围

本方法适用于大空隙沥青碎石混合料透水系数的测试,用以评价常水头下大空隙沥青碎石混合料的渗水性能,间接反应大空隙沥青碎石混合料的孔隙特征。

D.2 试验仪器

D.2.1 透水系数测定装置,根据图D.2.1试验原理进行定制加工。

D.2.2 量筒:容量大于500ml。

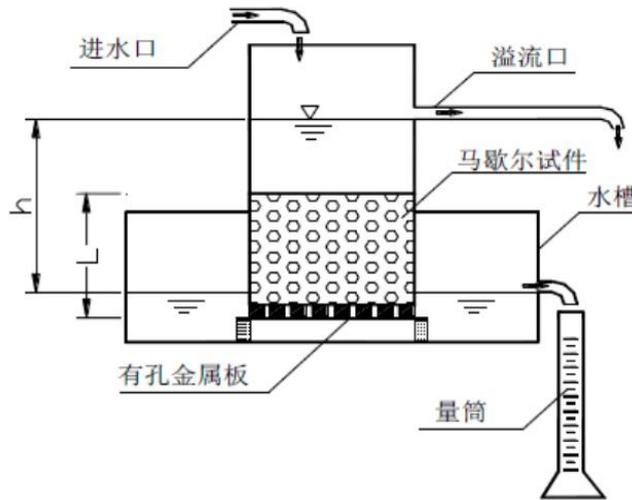


图 D.2.1 透水系数装置示意图

D.3 方法与步骤

D.3.1 按照配合比成型马歇尔试件,冷却后不脱模,在其上增加一个套筒,套筒和马歇尔试件之间应密封,不得透水。

D.3.2 打开外部水源向套筒内供水,调节水阀大小,直至溢流孔保持常水位。

D.3.3 进水在常水压条件下向下渗透,渗透通过试件的水用量筒收集,测定5s左右时间内的渗水量。

D.3.4 透水系数按照下式计算:

$$C_{rw} = \frac{L}{h} \frac{Q}{A(t_2 - t_1)} \quad (D.1)$$

式中: C_{rw} —透水系数, mm/s

Q —渗透经过试件的水量, cm^3 ;

t_1 、 t_2 —测试的开始时间与结束时间;

L —试件的高度(标准马歇尔试件, 6.35cm) cm;

A —试件的横截面面积(标准马歇尔试件, 81.03cm^2) cm^2 ;

h —水头高度, cm。

D.3.5 对同一种材料制作3块试件测定透水系数,取其平均值作为检测结果。

D.4 报告

逐点报告每个试件的透水系数及 3 个试件的平均值。

征求意见稿

附录 E

(规范性附录)

沥青混合料试件汉堡车辙标准试验方法

E.1 适用范围

E.1.1 该试验方法系沥青混合料试件车辙与水敏感性的试验方法，主要仪器为汉堡车辙仪。

E.1.2 该试验描述了浸水条件下，沥青混合料试件在一来回滚动钢轮的碾压过程，主要提供了试件在移动、集中荷载下的永久变形的信息。试件成型有专门仪器，试件要制作成板块状；也可以用旋转压实仪进行试件成型；现场大尺寸（255mm 或 300mm 的直径尺寸）的取芯样，及板状试件的切割件也可以进行该试验。

E.1.3 由于集料结构的软弱，结合料劲度不高，或水损害的原因，热拌沥青混合料容易发生早期损害，该试验主要用来评判混合料早期损害的敏感性。试验可获得车辙深度与试件破坏时的试验轮碾压次数。

E.1.4 由于试件是在一定温度的水环境中进行加载试验的，所以该试验可以对混合料的水稳定性进行评价。

E.1.5 本标准可能涉及到一些危险材料、操作与设备。故而本标准并不可能对所有涉及该试验的安全性问题进行声明。在操作使用之前，本标准使用者要具有适当的安全与健康习惯，并清楚相关规章制度。

E.2 用途与意义

用来进行沥青混合料试件的高温稳定性及水敏感性试验。

E.3 方法简介

将实验室成型好的混合料试件，板块状试件的切割件，或路面压实后的取芯样，放在来回式钢轮下面进行荷载试验。试件浸在一定控温的水浴环境中，温度一般控制在 40~50℃ 之间，或者控制在结合料使用的特定温度。试验测出试件在钢轮荷载条件下的变形行为。

E.4 仪器

汉堡轮辙仪—能够运转直径为 203.2mm、宽度为 47mm 的钢轮，电控仪器。钢轮荷载为 $705 \pm 4.5\text{N}$ 。钢轮在试件表面往复滚动，随时间进行正弦加荷。试验轮每分钟通过试件次数约为 50 次，运行从试件中心通过，最大速度可以达到 0.305m/s。

温度控制系统—用来控制水浴温度，控温范围 25~70℃，控温精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。水浴槽内有机循环系统，用来稳定试件箱内温度。

压痕测量系统—用来测量试验轮产生的轮辙深度的位移传感器装置，最小分辨率 0.01mm，测量区间 0~20mm。传感器锚固在仪器上，可对板块状试件上轮迹中心点的压痕深度进行测量，最少的情况下，试验轮通过试件 400 次时，即测量一次压痕深度。该系统能够在不停试验轮的情况下测量出车辙深度，且测量应参考试件的通过轮次。

轮次计数器—一种非接触式螺线管，用来统计试件表面试验轮的碾压次数。考虑到试件车辙深度是通过轮次的函数，计数器出来的信号是轮迹测量数值的两倍。

试件固定系统—采用不锈钢盘，牢固安装在轮辙仪上，在试验过程以防止试件滑动，即使滑动，也只能在 0.5mm 位移内发生。考虑到水浴在各个方向的自由流通，系统要让试件悬置起来，并且系统设计成为能够保证试件各个边部具有最小 20mm 的自由水流空间。

天平—最大称量上限 12000g，精确到 0.1g；

烘箱—用来加热集料与沥青结合料；

另配备料盘、料勺、刮刀等。

E.5 试件制作

试验用试件数—每次试验需要准备两个试件，试件可以是平板状，也可以是圆柱体。

E.5.1 热拌沥青混合料的拌制、成型

混合料配合比按照现场目标配合比进行。

试件压实成型：试验室可制作板状件，也可以利用旋转压实仪制作柱状试件。

平板试件的制作：利用线性捏合压实仪（Linear Kneading Compactor）进行试件成型，试件长 320mm、宽 260mm。厚度一般在 38mm 到 100mm 之间。平板试件厚度最小应该为混合料最大公称粒径的两倍。压实后，试件放置在干净的平面上，冷却至室温。

旋转压实仪：利用旋转压实仪进行试件制作。试件厚度在 38mm 到 100mm 之间，即可试验用；试件厚度最小应该为集料最大公称粒径的 2 倍。试验需要两个直径 150mm 的混合料试件。取出试件后，放在干净的平台上，冷却至室温。

E.5.2 现场生产的热拌沥青混合料—松散混合料

试件成型：平板状试件、旋转压实试件均可。

平板试件的制作：利用线性捏合压实仪（Linear Kneading Compactor）进行试件成型，试件长 320mm、宽 260mm。厚度一般在 38mm 到 100mm 之间。平板试件厚度最小应该为混合料最大公称粒径的两倍。压实后，试件放置在干净的平面上，冷却至室温。

旋转压实仪：利用旋转压实仪进行试件制作。试件厚度在 38mm 到 100mm 之间，即可试验用；试件厚度最小应该为集料最大公称粒径的 2 倍。试验需要两个直径 150mm 的混合料试件。取出试件后，放在干净的平台上，冷却至室温。

E.5.3 现场热拌沥青混合料—现场压实（取芯样/板状件）

取芯：从沥青混合料现场路面取芯，获得芯样或平板状试件。现场芯样直径为 250mm。现场板状件采用湿锯方法取芯，切割区域长度为 320mm、宽为 260mm，试件厚度在 38mm 到 100mm 之间，现场芯样或板状件的高度通常为 38mm，但也需要调整高度以适应样品固定系统的尺寸。

E.6 空隙率的控制

按照 T0705 试验规程，测量混合料试件的毛体积相对密度。

按照 T0711 试验规程，测量沥青混合料的最大理论密度。

对试验室压实试件，推荐的空隙率为现场压实后现的目标空隙率。现场试件就在其测出的空隙率条件下进行试验。

E.7 试验过程

E.7.1 试件安装：用熟石膏将试件紧紧安装在样品嵌盘里。石膏浆按照石膏与水 1:1 的比例进行制作。石膏浆作为填充剂，倒入试件与嵌盘之间的缝隙中，与试件等高。试件下面的石膏浆层厚度不能超过 2mm；石膏的凝结时间最少应保证一个小时。假如试验使用了其他固结材料，它应该能够承受 890N 的荷载，而不破裂。

E.7.2 选择试验温度：根据在用规范选择试验温度。

E.7.3 关闭泄水阀，往车辙仪槽内注入热水，直至浮标浮到水平位置。水温可能发生变化，必要时要进行调整。

水温达到试验温度 30 分钟后，将钢轮放下，压住试件。确保微控制 LVDT 传感器读数在 10mm 到 18mm 之间。调整 LVDT 高度时，松掉 LVDT 的紧固螺丝，上下滑动 LVDT 到合适的高度，再将螺丝拧紧。

E.7.4 开始试验

车辙仪停止条件：当钢轮碾压 20000 次时，车辙仪停下；当 LVDT 形变量（从微控单元读数，而非操作屏幕）为 40.90mm 或更大时，车辙仪也停止。

E.7.5 关掉机器及电源，打开水浴箱下面的泄水阀门，放水。提起钢轮，取下车辙试件和隔板。

用水和抹布或厂商推荐的方法，清洁水浴箱、加热线圈、钢轮、温度探针。用吸尘器除掉沉积在水浴箱底部的细小颗粒。每次试验后都要清理过滤装置和隔板。

每次试验后转下钢轮，以确保每次试验，不是钢轮表面的同一位置接触到试件。旋转可保证整个钢轮的均匀磨损。试验应使钢轮在试件表面进行平滑运动。

E.8 数据处理

E.8.1 对车辙深度—碾压次数作图。图 E.8.1 即为汉堡车辙仪生成的典型图。从该图上，可以得到如下信息：

1. 曲线第一稳态区间的斜率与截距；
2. 曲线第二稳态区间的斜率与截距。

E.8.2 计算

下面所有的试验参数都用“碾压次数”来表达。

剥落拐点 (SIP) = (第二区截距—第一区截距) / (第一区斜率—第二区斜率)

其中：破坏车辙深度是指试验中最大允许车辙深度。

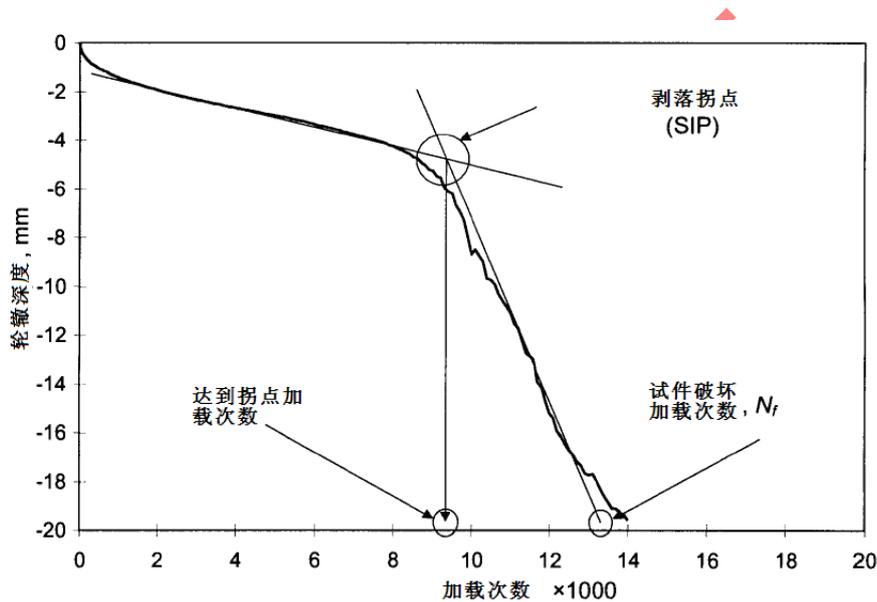


图 E.8.1 汉堡车辙典型曲线图

E.9 报告

报告要包括如下参数：

沥青混合料制作（现场或试验室）；试件压实方法与类型（板状件或旋转压实件）；最大压痕时的碾压次数；最大压痕深度；试验温度；混合料试件空隙率（若混合料中含有抗剥落剂，注明剥落剂类别与含量）；蠕变线斜率（Creep slope）；剥落线斜率（Stripping slope）；剥落拐点。