

微表处和稀浆封层技术指南

交通部公路科学研究院 主编

人民交通出版社

China Communications Press

目 录

1 总则	1
2 术语	3
3 材料	7
3.1 (改性)乳化沥青	7
3.2 矿料	8
3.3 填料	8
3.4 添加剂	9
3.5 水	9
4 微表处和稀浆封层混合料设计	13
4.1 一般规定	13
4.2 配合比设计方法与步骤	14
5 微表处和稀浆封层的施工	19
5.1 一般规定	19
5.2 对原路面的要求	19
5.3 施工准备	20
5.4 铺筑试验段	21
5.5 施工	21
6 施工质量控制	25
6.1 施工前材料与设备检查	25
6.2 施工过程的质量控制	25
6.3 交工验收阶段的质量检查与验收	26
附录 A 稀浆混合料试验方法	29
附录 A1 拌和试验	29
附录 A2 破乳时间试验	30
附录 A3 粘聚力试验	32
附录 A4 湿轮磨耗试验	35
附录 A5 负荷车轮粘砂试验	37
附录 A6 微表处混合料轮辙变形试验	40
附录 A7 配伍性等级试验	41

1 总 则

1.0.1 为指导微表处和稀浆封层的设计、试验、施工、质量控制与竣工验收,保证工程质量,制定本指南。

1.0.2 微表处可以用于:

(1)高速公路,一、二级公路的沥青路面的预防性养护罩面和沥青路面的车辙修复,以及水泥混凝土路面、水泥混凝土桥面、水泥混凝土隧道道面罩面;

(2)新建或改扩建高速公路,一、二级公路的沥青路面、水泥混凝土桥面的表面磨耗层。

1.0.3 稀浆封层可以用于:

(1)二、三、四级公路沥青路面的预防性养护罩面;

(2)新建或改扩建各等级公路(包括高速公路)的下封层。

1.0.4 微表处和稀浆封层作为表层罩面时应与原路面粘结牢固,有良好的抗滑性能和封水效果,坚实、耐久、平整。

1.0.5 微表处和稀浆封层施工,应遵守国家环保法规,注意保护环境。

1.0.6 微表处和稀浆封层施工应保证安全,有良好的劳动保护。

1.0.7 微表处和稀浆封层的设计、施工除遵照本指南外,还应符合现行国家及行业颁布的有关标准、规范和法规。各地可根据实际情况,制定相应的技术指南。

说明

1.0.2 和 1.0.3 规定了微表处和稀浆封层的用途。微表处在国外既用于沥青路面,也用于水泥混凝土路面的罩面。在我国,微表处目前大多用于沥青路面和水泥混凝土桥面、隧道道面等,也有少量在水泥混凝土路面上使用的实例,但经验不多。建议大家在水泥路面上应用微表处时要十分注意对原路面病害的处理,脱空、断角、断板等病害必须彻底修补,接缝必须重新灌缝,保证水泥板坚实、稳定、平整,下卧层支撑均匀。

1.0.4 稀浆封层一般用做路面的表层罩面,当用于下封层时,抗滑性能可不作要求。

原路面状况会对微表处和稀浆封层的使用效果和使用寿命产生显著影响,为此要求原路面有充足的结构强度,原路面的裂缝、坑槽等病害事先必须进行处理。

1.0.7 我国幅员辽阔,各地气候条件和交通状况有较大差别,各地可根据实际情况,在本指南的基础上制定各自的技术指南,但各项技术要求不宜低于本指南的规定。

2 术 语

2.0.1 微表处(Micro-Surfacing)

采用专用机械设备将聚合物改性乳化沥青、粗细集料、填料、水和添加剂等按照设计配比拌和成稀浆混合料摊铺到原路面上,并很快开放交通的具有高抗滑和耐久性能的薄层。微表处开放交通时间的长短依工程所处环境的不同而变化,通常在气温为 24℃,湿度为 50%(或更小)的状况下可以在 1h 内开放交通。按照矿料级配的不同,微表处可以分为 II 型和 III 型,分别以 MS-2 和 MS-3 表示。

2.0.2 稀浆封层(Slurry Seal)

采用机械设备将乳化沥青、粗细集料、填料、水和添加剂等按照设计配比拌和成稀浆混合料摊铺到原路面上形成的薄层。按照矿料级配的不同,稀浆封层可以分为细封层(I 型)、中封层(II 型)和粗封层(III 型),分别以 ES-1、ES-2、ES-3 表示;按照开放交通的快慢,稀浆封层可以分为快开放交通型稀浆封层和慢开放交通型稀浆封层;按照是否掺加了聚合物改性剂,稀浆封层可以分为稀浆封层和改性稀浆封层。

2.0.3 稀浆混合料(Slurry Mixture)

(改性)乳化沥青、粗细集料、填料、水、添加剂等按一定比例拌和所形成的浆状混合物。

2.0.4 稠度(Consistency)

反映稀浆混合料施工和易性和用水量的指标。

2.0.5 可拌和时间(Mixing Time)

按照一定配合比进行稀浆混合料的拌和试验时,从掺入(改性)乳化沥青开始搅拌至手感有阻或费力,明显感到混合料开始凝结的时间。

2.0.6 破乳时间(Break Time)

稀浆混合料摊铺到路面至混合料表面用吸水纸轻压后看不到褐色斑点的时间。

2.0.7 粘聚力(Cohesion Torque)

用粘聚力试验仪,模拟车辆行驶时产生的水平力对混合料的影响,其施力手柄上试验后扭力表的读数,用以确定稀浆混合料的初凝时间和开放交通时间。

2.0.8 初凝时间(Set Time)

稀浆混合料从摊铺至混合料粘聚力达到 $1.2 \text{ N}\cdot\text{m}$ 的时间。

2.0.9 开放交通时间(Traffic Time)

稀浆混合料从摊铺至混合料粘聚力达到 $2.0 \text{ N}\cdot\text{m}$ 的时间。

2.0.10 湿轮磨耗试验(Wet Track Abrasion Test)

在成型后的稀浆混合料上用湿轮磨耗仪磨耗一定时间后,测定试件磨耗前后单位磨耗面积的质量差,用 g/m^2 表示,用于确定稀浆混合料的最小沥青用量和评价混合料配伍性以及混合料的抗水损能力。

2.0.11 负荷轮粘附砂试验(Load Wheel Test)

在成型后的稀浆混合料上用负荷轮试验仪模拟车轮碾压,通过一定作用次数后,测定试件单位负荷面积的粘附砂量,用 g/m^2 表示,用于确定稀浆混合料最大沥青用量。

2.0.12 轮辙变形试验(Stability And Resistance To Compaction Test)

用负荷轮试验仪模拟车轮在成型后的稀浆混合料上碾压,通过一定作用次数后,测定试样的车辙深度和宽度变化,以试样单位厚度的车辙深度和单位宽度的横向变形评价混合料的抗车辙能力。

说明

2.0.1 和 2.0.2 为微表处和稀浆封层的定义。微表处和稀浆封层在美国、法国、日本等的技术指南中是两个不同的概念。微表处与稀浆封层在形式上有很多相似之处,但在原材料选择、混合料技术要求、使用性能与寿命、摊铺设备等诸多方面都存在很大差别。将国际稀浆罩面协会 ISSA(International Slurry Surfacing Association)乳化沥青稀浆封层技术指南(Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal)(A105 2004 年)与微表处技术指南(Recommended Performance Guidelines for Micro-surfacing)(A143 2004 年)比较,两者主要存在以下不同:

(1)定义不同。A105 中乳化沥青稀浆封层定义为:稀浆封层是一种将乳化沥青、集料、水和特殊添加剂按合理配比拌和并均匀摊铺到已适当处理过的路面上的混合料。它必须均匀,并能与原路面牢固连接,在使用期内可提供一个良好的抗滑表面。

A143 中微表处的定义为:微表处是由聚合物改性乳化沥青、集料、填料、水和外加剂按合理配比拌和并摊铺到原路面上的薄层结构。它应能满足摊铺不同截面厚度(楔形、凹形、刮痕面)的要求,不同沥青用量和不同摊铺厚度的混合料,经养生和初期交通作用固化后,均能耐受住行车作用,并在使用寿命内保持良好的抗滑性能(高的摩擦系数)。它应能

适应迅速开放交通的需要,一般来说,在气温 24℃、湿度小于 50%的情况下,12.7mm 厚的微表处要求施工后 1h 即可开放交通。

可见,从定义的角度看,微表处和稀浆封层的差别在于①是否使用了改性的乳化沥青;②是否可以填补车辙;③是否可以迅速开放交通。

(2)乳化沥青技术要求不同。稀浆封层采用的是未改性的乳化沥青,而微表处采用的是改性的乳化沥青;在美国,稀浆封层可以使用 SS-1、SS-1h、CSS-1、CSS-1h、CQS-1h 等不同型号的乳化沥青,而微表处使用的乳化沥青型号规定为 CQS-1h 快凝型乳化沥青;微表处用乳化沥青的残留物含量要求不小于 62%,高于稀浆封层用乳化沥青不小于 60%的要求,对残留物性质的要求也不相同,如表 2-1 所示。

表 2-1 ISSA 稀浆封层用乳化沥青和微表处用改性乳化沥青技术要求的对比

检测内容 \ 适用范围	稀浆封层	微表处
残留物含量	不小于 60%	不小于 62%
软化点	无要求	不小于 57℃
针入度(25℃)(0.1mm)	40~90	40~90

(3)集料质量要求不同。微表处用集料的砂当量必须大于 65%,明显高于用于稀浆封层时不小于 45%的要求,这说明微表处用集料必须干净,不能含有太多的泥土;微表处用集料的磨耗损失不得大于 30%,比稀浆封层用集料不得大于 35%的要求更为严格,说明微表处要求集料必须坚硬、耐磨耗,以保证可以始终提供一个粗糙的抗滑表面。表 2-2 为稀浆封层用集料和微表处用集料技术要求的对比。

表 2-2 稀浆封层用集料和微表处用集料技术要求的对比

检测内容 \ 适用范围	ISSA-A105(稀浆封层)	ISSA-A143(微表处)
砂当量	不小于 45%	不小于 65%
坚固性	用 Na_2SO_4 不大于 15% 用 MgSO_4 不大于 25%	用 Na_2SO_4 不大于 15% 用 MgSO_4 不大于 25%
磨耗损失	不大于 35%	不大于 30%

(4)稀浆混合料设计指标不同。从表 2-3 列出的试验项目要求中可以看出,微表处混合料要满足的技术要求明显高于稀浆封层。

表 2-3 稀浆封层和微表处混合料设计指标对比

检测内容 \ 适用范围	ISSA-A105(稀浆封层)	ISSA-A143(微表处)
稠度试验	需要时	无要求
粘聚力试验	(仅适用于快开放交通)	
30min	不小于 1.2N·m	不小于 1.2N·m
60min	不小于 2.0N·m	不小于 2.0N·m

表 2-3(续)

检测内容		适用范围	ISSA-A105(稀浆封层)	ISSA-A143(微表处)
		粘附砂量	(仅适用于重交通)	不大于 538g/m ²
水煮剥离			通过(不小于 90%)	通过(不小于 90%)
湿轮磨耗损失				
浸水 1h			不大于 807g/m ²	不大于 538g/m ²
浸水 6d			—	不大于 807g/m ²
可拌和时间			不小于 180s	不小于 120s (25℃)
轮辙变形试验	横向位移		—	不大于 5%
	相对密度		—	不大于 2.1
相容性分级			—	不低于(AAA, BAA)II 级

注:①微表处必须能够快速开放交通,因此要求混合料满足反映成型速度和开放交通时间的粘聚力指标,而稀浆封层仅对快开放交通系统提出了这一要求,一般稀浆封层不做要求;

②与稀浆封层相比,微表处多使用于大交通量的场合,沥青用量不宜过大,因此必须通过粘附砂量指标控制最大沥青用量,以防止泛油的出现,而稀浆封层仅在用于重交通道路时才有这一要求;

③微表处混合料浸水 1 h 的湿轮磨耗指标(538g/m²)明显高于稀浆封层(807g/m²),说明微表处混合料的耐磨耗能力优于稀浆封层混合料;微表处混合料还必须满足浸水 6d 湿轮磨耗指标,而稀浆封层没有该指标要求,这说明微表处混合料比稀浆封层混合料有更好的抵抗水损害的能力;

④微表处可以用微车辙填充,因此对微表处混合料提出了负荷车轮碾压 1000 次后试样侧向位移不大于 5% 的要求,而稀浆封层没有这一指标的要求。

(5)微表处区别于稀浆封层的重要特点之一就是微表处可用来进行车辙填补,所以在 ISSA-A143 中有较为详细的关于车辙摊铺的说明:在实施微表处封层作业前,应根据需要将路表车辙、裂缝及凹陷等进行修补。深度超过 12.7mm 车辙需用车辙填补槽单独处理,车辙摊铺槽的宽度有 1.52m 和 1.81m 两种;深度超过 39 mm 的车辙,要求用车辙摊铺箱进行多层处理。各层车辙填充材料须在行车作用下养生至少 24 h 后方可在上面进行下一层的车辙或封层处理;而稀浆封层不能用于车辙填充。

可以看出,微表处混合料从原材料质量要求、混合料设计指标、使用范围等各个方面都比稀浆封层要苛刻得多,因此,它的路用性能、使用寿命等都明显优于稀浆封层。

另一方面,由于微表处技术的出现,国际稀浆封层协会(International Slurry Seal Association)的名称也更改为国际稀浆罩面协会(International Slurry Surfacing Association)。本指南借鉴目前国际上通用的做法,将微表处与稀浆封层区分开来,以利于微表处和稀浆封层技术在我国的健康发展。

3 材 料

3.1 (改性)乳化沥青

3.1.1 微表处选用的改性乳化沥青应符合表 3.1.1 中 BCR 型的规定,稀浆封层用乳化沥青应符合表 3.1.1 中 BC-1 型和 BA-1 型的规定。

表 3.1.1 微表处和稀浆封层用乳化沥青技术要求

试验项目		种类	单位	BCR	BC-1	BA-1	试验方法
筛上剩余量(1.18mm 筛)			%	≤0.1	≤0.1	≤0.1	T 0652
电荷				阳离子正电(+)	阳离子正电(+)	阴离子负电(-)	T 0653
恩格拉粘度 E_{25}				3~30	2~30	2~30	T 0622
沥青标准粘度 $C_{25,3}^{\text{①}}$			s	12~60	10~60	10~60	T 0621
蒸发残留物含量			%	≥60	≥55	≥55	T 0651
蒸发残留物 性质	针入度(100g, 25℃, 5s)		0.1mm	40~100	45~150	45~150	T 0604
	软化点		℃	≥53 ^②	—	—	T 0606
	延度(5℃)		cm	≥20	—	—	T 0605
	延度(15℃)		cm	—	≥40	≥40	
	溶解度(三氯乙烯)		%	≥97.5	≥97.5	≥97.5	T 0607
贮存稳定性 ^③	1d		%	≤1	≤1	≤1	T 0655
	5d		%	≤5	≤5	≤5	

注:①乳化沥青粘度以恩格拉粘度为准,条件不具备时也可采用沥青标准粘度;

②南方炎热地区、重载交通道路及用于填补车辙时,BCR 蒸发残留物的软化点应不低于 57℃;

③贮存稳定性根据施工实际情况选择试验天数,通常采用 5d,乳化沥青生产后能在第二天使用完时也可选用 1d。个别情况下改性乳化沥青 5d 的贮存稳定性难以满足要求,如果经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用,此时要求改性乳化沥青运至工地后应存放在附有循环或搅拌装置的贮存罐内,并进行循环或搅拌,否则不准使用。

3.1.2 微表处必须选用阳离子型聚合物改性的乳化沥青,改性剂剂量(改性剂有效成分占纯沥青的质量百分比)不宜小于 3%。

3.2 矿 料

3.2.1 微表处和稀浆封层用矿料可以采用不同规格的粗细集料、矿粉等掺配而成,也可以用大粒径的块石、卵石等经多级破碎而成。

3.2.2 微表处和稀浆封层用粗集料、细集料应符合表 3.2.2 的要求。

表 3.2.2 微表处和稀浆封层用粗细集料质量要求

材料名称	项目		标准		试验方法	备注
			微表处	稀浆封层 ^[注]		
粗集料	石料压碎值	不大于(%)	26	28	T 0316	
	洛杉矶磨耗损失	不大于(%)	28	30	T 0317	
	石料磨光值	不小于(BPN)	42	—	T 0321	
	坚固性	不大于(%)	12	12	T 0314	
	针片状含量	不大于(%)	15	18	T 0312	
细集料	坚固性	不大于(%)	12	—	T 0340	>0.3mm 部分
矿料	砂当量	不小于(%)	65	50	T 0334	合成矿料中 <4.75mm 部分

注:稀浆封层用于四级以下公路时,粗细集料的质量要求可参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)适当放宽。
表中“—”表示该指标不作要求。

3.2.3 矿料的级配范围应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 微表处和稀浆封层矿料级配

级配类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
ES-1		100	90~100	65~90	40~65	25~42	15~30	10~20
MS-2, ES-2	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
MS-3, ES-3	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

注:填料计入矿料级配。

3.3 填 料

3.3.1 微表处和稀浆封层矿料中可以掺加矿粉、水泥、消石灰等填料。填料应干燥、疏松,无结团,并应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中的相关要求。

3.3.2 矿粉的主要作用是改善矿料级配。水泥、消石灰等具有化学活性的填料的主要作用是调整稀浆混合料的可拌和时间、成浆状态和成型速度等。

3.3.3 填料的掺加量必须通过混合料设计试验确定。

3.4 添加剂

3.4.1 添加剂的主要作用是调节稀浆混合料可拌和时间、破乳速度、开放交通时间等施工性能,并在一定程度上改变混合料的路用性能。

3.4.2 常用的添加剂包括无机盐类添加剂、有机类添加剂等。对于阳离子乳化沥青混合料,无机盐类添加剂一般会延长可拌和时间,延缓成型。

3.4.3 添加剂种类和剂量的确定是混合料设计的一项重要内容,添加剂的掺加不应対混合料路用性能产生不利影响。

3.4.4 未经试验验证的添加剂不得在施工中采用。

3.5 水

3.5.1 微表处和稀浆封层用水不得含有有害的可溶性盐类、能引起化学反应的物质和其它污染物,一般采用可饮用水。

说明

3.1.1 表 3.1.1 规定的乳化沥青技术要求,是以《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)中乳化沥青技术要求为基础并结合微表处和稀浆封层的使用特点稍做修正后提出的。这次提出的乳化沥青技术要求与 94 版《公路沥青路面施工技术规范》的要求主要存在以下的不同:

(1)破乳速度指标不作要求。乳化沥青破乳速度受内因和外因两方面的制约,其中最根本的内因是乳化剂的化学结构,同时又与乳化剂的剂量、pH 值的高低、基质沥青的酸值、集料的活性、环境温度等有着密切的关系。采用标准集料得出的乳化沥青的破乳速度,与稀浆混合料破乳速度是不同的概念,对工程实际没有指导意义。

(2)筛上剩余量指标。我国 94 版施工规范中 1.18mm 筛上剩余量不大于 0.3% 的技术要求太宽,已经不能起到控制乳化沥青质量的作用。美国标准中采用 0.85mm 筛上不大于 0.1% 的技术要求,考虑到我国的实际情况,采用 1.18mm 筛上不大于 0.1% 的技术要求。

(3)粘度指标。我国以往采用沥青标准粘度计进行乳化沥青的粘度检测。近年研究表明,标准粘度、恩格拉粘度和赛波特粘度之间存在着较好的相关关系,三种粘度都是流出型粘度,没有本质上的差别。沥青标准粘度计在我国已经普遍使用,而且操作简便,但为使粘度指标与国际接轨,决定同时采用恩格拉粘度和沥青标准粘度,并以恩格拉粘度为准。

对于粘度要求值,日本标准的要求值范围太宽,起不到什么限制作用,但其下限值的规定基本符合我国国情;美国标准中的粘度范围相对较小,但下限值定得过高。因此,在制定我国标准时将日本标准的下限和美国 ASTM 标准的上限结合,确定恩格拉粘度范围为 2~30 或 3~30。

(4)蒸发残留物获取方法与性能指标。目前国际上通常采用的获取残留沥青的方法有以下几种:①ASTM 对乳化沥青残留物有三种提取方法:蒸馏法、163℃烘干法和 138℃低温减压蒸馏法;②美国加州 138℃烘干的方法;③国内的直接加热法。经对比研究后认为,蒸馏法和低温减压蒸馏法的试验方法过于复杂,难以在我国推广;163℃烘干法易使残留物发生老化;138℃烘干法测得的各项指标与我国的直接加热法差别不大;直接加热法尽管受到人为因素的影响稍大,但试验方法简单,只要严格按照试验规程认真操作,试验结果比较稳定,因此继续采用该方法。

国际稀浆罩面协会标准中要求微表处用改性乳化沥青的蒸发残留物含量大于等于 62%,日本标准中要求大于等于 60%。考虑到我国的实际情况,采用 60%作为微表处用改性乳化沥青的蒸发残留物含量下限,在此基础上适当放宽至 55%作为稀浆封层用乳化沥青的蒸发残留物含量下限。

美国和日本微表处用改性乳化沥青的蒸发残留物针入度一般都要求大于等于 40,国际稀浆罩面协会(ISSA)对微表处用改性乳化沥青蒸馏残留物的针入度提出了 40~90 的要求。我国在实际生产改性乳化沥青时一般采用 AH-70 号或 AH-90 号基质沥青,再经过 3%以上剂量的 SBR 改性后,针入度一般都在 50~90 之间,适当放宽后采用 40~100 的针入度指标。

软化点指标同样受到基质沥青标号、改性剂种类和剂量、残留物获取方法等的影响。研究发现,对于 AH-70 号、90 号沥青经乳化、3%以上剂量的胶乳改性后,采用直接加热方法获取的蒸发残留物的软化点一般能够达到 53℃。对于微表处用于南方炎热地区、重载交通道路及车辙填充时,考虑到软化点对热稳定性和抗车辙能力的重要性,在注中规定软化点应不低于 57℃。

在加热获取乳化沥青蒸发残留物的过程中,试样温度会首先上升并维持在 100℃呈沸腾状态,试样表面有大量气泡逸出;待试样表面不再有大气泡,逐渐呈现糊状时,试样温度开始迅速上升。此时,如果维持原来的加热速度,试样温度会很快超过 163℃,但试样中的水分并没有蒸发完全。建议在加热过程中实时检测试样温度,当试样温度超过 105℃后改用小火慢慢加热,保持在 140℃以下直至试样表面不再冒出气泡,然后将乳化沥青温度升至 163℃后停止加热。

3.2.2 微表处和稀浆封层用矿料质量要求中,4.75mm 以下部分的砂当量指标至关重要。研究表明,稀浆混合料性能受矿料砂当量的影响十分显著,砂当量低于 55%的矿料还可能会导致改性剂无法发挥改性效果。在我国已经完成的微表处工程中,矿料砂当量指标大部分能满足大于 65%的要求。而我国一些地方稀浆封层寿命过短,很重要的原因之一也是砂当量太低。国际稀浆罩面协会 1991 年版的技术标准中要求微表处用矿料

砂当量不低于 60%，1996 年修订为不低于 65%。本着从严要求的原则，针对微表处和稀浆封层分别提出了 65% 和 50% 的砂当量指标。

我国《公路工程集料试验规程》(JTG E42—2005) 中有砂当量试验方法，该方法是根据 ASTM D2419 的方法经简化后编制的。为了保证试验结果的准确，在进行砂当量试验时应注意以下几个方面：

(1) 用冲洗管冲洗集料时，应在大致冲洗掉试筒壁上的集料后迅速将冲洗管插入试筒的最底部，然后一边旋转，一边缓慢提起，直至冲洗液即将到达刻度线时再将冲洗管从试样中拔出。如果一开始的时候没有将冲洗管插到试筒最底部，等到冲洗了一段时间后再向底部插入将会十分困难，造成底部的细料无法冲洗到表面。

(2) 集料沉淀物读数必须采用配重活塞读取。试样在静置 20min 的过程中，固体颗粒不断下沉，其中的石粉、细砂等下沉速度很快，在试样表面沉积得十分致密；而泥土下沉速度很慢，在石粉层表面上形成的沉积层十分疏松，当配重活塞插入试筒中后，便能够十分清晰地分辨出石粉层和泥土层的界面。而采用目测法是很难做到的。

微表处常用做高等级公路的路面表层，要求有良好的抗滑性能，且随时间衰减速度要慢，这就要求矿料特别是其中的粗集料必须是耐磨的硬质石料。因此，参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 对高速公路、一级公路沥青面层用粗、细集料技术要求，提出了微表处用粗细集料的磨光值、磨耗值等指标要求。

鉴于矿料质量对微表处混合料性能的显著影响，建议有条件的单位配备石料破碎机，购买洁净的块石、卵石或大粒径粗集料进行多级破碎来生产微表处用矿料。

3.2.4 本条规定的矿料级配范围是根据国际稀浆罩面协会 (ISSA) 的相关规定制订的。截至本指南发布之日，我国已经铺筑的微表处工程中以 MS-3 型级配为主，少量采用 MS-2 型级配。

除了本条规定的矿料级配范围，有些国家(或组织)还有其它微表处级配类型，如国际稀浆罩面协会的 IV 型级配以及西班牙的 III 型级配，最大粒径都达到了 12.5mm(表 3-1)，适用于车辙填充和重载交通道路。法国尚有一种断级配并且掺加纤维的微表处。

表 3-1 ISSA 的 IV 型级配和西班牙的 III 型级配

筛孔尺寸(mm)	ISSA 的 IV 型级配通过率(%)	筛孔尺寸(mm)	西班牙 III 型级配通过率(%)
12.5	100	12.5	100
9.5	85 ~ 100	10	85 ~ 100
4.75	60 ~ 87	6.3	70 ~ 90
2.36	40 ~ 60	5	60 ~ 85
18	28 ~ 45	2.5	40 ~ 60
0.6	19 ~ 34	1.25	28 ~ 45
0.3	14 ~ 25	0.63	18 ~ 33
0.15	8 ~ 17	0.32	11 ~ 25
0.075	4 ~ 8	0.16	6 ~ 15
		0.075	4 ~ 8

3.3.2 水泥、消石灰等有化学活性的填料与矿粉所起的作用是不同的。水泥、消石灰等的主要作用是调节混合料的可拌和时间、稠度等施工性能,填充作用是次要的,其用量一般限制在3%以内(占矿料的质量百分比)。矿粉的主要作用是调整级配,对稀浆混合料的施工性能影响有限。

3.4.2 同一种添加剂对不同混合料体系的作用可能完全不同,不同混合料体系对各种添加剂的敏感程度也各不相同,因此不能照搬照抄已有经验,而是应针对工程实际通过试验确定某种添加剂的具体作用。此外,添加剂在影响混合料施工性能的同时,也会影响混合料的路用性能,因此必须根据实际情况通过试验进行科学的选择。

4 微表处和稀浆封层混合料设计

4.1 一般规定

4.1.1 微表处和稀浆封层混合料的配合比设计,应充分考虑使用要求、原路面状况、交通量、气候条件等因素,选择适当的微表处或稀浆封层类型,确定施工方案(是否分层摊铺、是否车辙填充等)。

4.1.2 微表处混合料按矿料公称最大粒径的不同,可分为 MS-2 型和 MS-3 型。稀浆封层混合料按矿料公称最大粒径的不同,可分为 ES-1 型、ES-2 型和 ES-3 型。

(1)MS-3 型微表处,公称最大粒径为 9.5mm,适用于高速公路、一级公路的罩面和车辙填充。ES-3 型稀浆封层,公称最大粒径为 9.5mm,适用于二级公路的罩面,以及新建公路(包括高速公路)的下封层。

(2)MS-2 型微表处,公称最大粒径为 4.75mm,适用于中等交通量高速公路,一、二级公路的罩面。ES-2 型稀浆封层适用于二级及二级以下公路的罩面,以及新建公路(包括高速公路)的下封层。

(3)ES-1 型稀浆封层,公称最大粒径为 2.36mm,适用于三、四级公路、乡村道路、停车场的罩面。

4.1.3 微表处和稀浆封层既可以单层铺筑,也可以双层铺筑。

4.1.4 单层微表处通常的材料用量范围可参照表 4.1.4。

表 4.1.4 单层微表处通常的材料用量范围

项目	MS-2	MS-3
养生后的厚度 (mm)	4~6	8~10
矿料用量 (kg/m ²)	6.0~15.0	10.0~22.0
油石比(沥青占矿料的质量百分比) (%)	6.5~9.0	6.0~8.5
水泥、消石灰用量(占矿料的质量百分比) (%)	0~3	
外加水量(占干矿料质量百分比) (%)	根据混合料的稠度确定	

4.1.5 单层稀浆封层通常的材料用量范围可参照表 4.1.5。

表 4.1.5 单层稀浆封层通常的材料用量范围

项目	ES-1	ES-2	ES-3
养生后的厚度 (mm)	2.5~3	4~6	8~10
矿料用量 (kg/m ²)	3.0~6.0	6.0~15.0	10.0~20.0
油石比(沥青占矿料的质量百分比) (%)	9.0~13.0	7.0~12.0	6.5~9.0
水泥、消石灰用量(占矿料质量百分比) (%)	0~3		
外加水量(占干矿料质量百分比) (%)	根据混合料的稠度确定		

4.1.6 稀浆混合料的室内试验技术指标应满足表 4.1.6 的要求。

表 4.1.6 稀浆混合料技术指标

试验项目		标准			试验方法
		微表处	稀浆封层		
			快开放交通型	慢开放交通型	
可拌和时间(25°C)	不小于(s)	120	120	180	附录 A1
粘聚力试验	不小于(N·m)				
	30min(初凝时间)	1.2	1.2	—	附录 A3
	60min(开放交通时间)	2.0 ^①	2.0 ^①	—	
负荷车轮粘附砂量	不大于(g/m ²)	450	450 ^②		附录 A5
湿轮磨耗损失	浸水 1h	540	800		附录 A4
	浸水 6d	800	—		
轮辙变形试验的宽度变化率 ^③	不大于(%)	5	—		附录 A6
配伍性等级值 ^④	不小于	11	—		附录 A7

注:①至少为初级成型(见附录 A3);

②用于轻交通量道路的单面和下封层时,可不作粘附砂量指标的要求;

③不用于车辙填充的微表处混合料,不作轮辙变形试验的要求;

④配伍性等级指标作为参考指标使用。

表中“—”表示该指标不作要求。

4.2 配合比设计方法与步骤

4.2.1 应选择工程拟采用的各材料进行混合料的配合比设计。微表处和稀浆封层混合料的配合比设计按下列步骤进行:

(1)根据选择的级配类型,按表 3.2.4 确定矿料的级配范围。计算各种集料的配合比例,使合成级配在要求的级配范围内。

(2)根据以往的经验初选(改性)乳化沥青、填料、水和添加剂的用量,进行拌和试验和粘聚力试验。可拌和时间试验温度应考虑最高施工温度,粘聚力试验的试验温度应考虑施工中可能遇到的最低温度。

(3)根据上述试验结果和稀浆混合料的外观状态,选择3个左右认为合理的混合料配方,按表4.1.6规定试验稀浆混合料的性能,如不符合要求,适当调整各种材料的配合比例再试验,直至符合要求为止。

(4)当设计人员经验不足时,可将初选的3个左右的混合料配方分别变化不同的油石比,按照表4.1.6的要求重复试验,并分别将不同沥青用量的1h湿轮磨耗值及砂粘附量绘制成图4.2.1的关系曲线,以1h湿轮磨耗值接近表4.1.6中要求的沥青用量作为最小油石比 P_{bmin} ,砂粘附量接近表4.1.6中要求的油石比为最大油石比 P_{bmax} ,得出油石比的可选择范围 $P_{bmin} \sim P_{bmax}$ 。

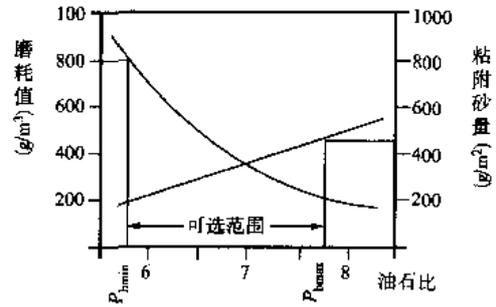


图 4.2.1 确定稀浆混合料沥青用量的曲线

在油石比的可选范围内选择适宜的油石比,使得在该油石比情况下混合料的各项技术指标均可以满足要求。对微表处混合料,以所选择的油石比检验混合料的浸水6d湿轮磨耗指标,用于车辙填充的增加检验负荷车轮试验的宽度变化率指标,不符合要求时调整油石比重新试验,直至符合要求为止。

(5)根据以往经验及配合比设计试验结果,在充分考虑原路面状况、气候及交通因素等的基础上综合确定混合料配方。

4.2.2 通过混合料设计,提出混合料设计报告。报告的内容应包括:

- (1)乳化沥青技术指标;
- (2)集料技术指标、矿料配合比和矿料设计级配;
- (3)稀浆混合料配合比和技术指标。

说明

4.1 稀浆混合料设计是一项经验性很强的工作,设计者必须有丰富的设计经验。

4.1.4 规定了单层微表处成型后的厚度和材料用量范围。国际稀浆罩面协会(IS-SA)与日本乳化沥青协会标准(JEAAS)规定的微表处用材料用量范围如表4-1和表4-2所示。

表 4-1 国际稀浆罩面协会指南中微表处材料用量范围

项目	要求值
油石比(沥青占矿料的质量百分比) (%)	5.5~10.5
填料用量(填料占矿料的质量百分比) (%)	0~3
改性剂用量(沥青质量百分比) (%)	不低于3
添加剂用量	根据需要确定
外加水量(占矿料的质量百分比) (%)	根据混合料的稠度确定

表 4-1(续)

项目			要求值	
干矿料用量 (kg/m ²)	单层微表处时		II型 5.4~10.8 III型 8.1~16.2	
	车辙 填充时	车辙深度 (mm)	8.5~13	9.1~13.6
			13~25.4	11.4~15.9
			25.4~31.7	12.7~17.3
			31.7~38.1	14.5~18.2

表 4-2 日本标准中微表处材料用量范围

项目	I型	II型
集料 (%)	100	100
改性乳化沥青(外加) (%)	12~15	11~14
水泥(外加) (%)	0~3	0~3
水(外加、包括集料中的水) (%)	7~13	6~12
铺设厚度 (mm)	3~5	5~10

对国内微表处应用情况的调查发现,MS-3型级配单层摊铺厚度一般在8mm~10mm之间,MS-2型微表处单层摊铺厚度一般在4mm~7mm之间。

随着摊铺厚度、集料密度、沥青用量等的不同,单位面积微表处摊铺量也会有所不同,但我国III型微表处中矿料用量大致在15kg/m²~22kg/m²的范围内。这样看来要比国际稀浆罩面协会的规定大一些,这可能是因为我国在微表处之前原路面车辙相对较大造成的。MS-2型微表处因国内可供参考的工程实例较少,因此在国际稀浆罩面协会5.4kg/m²~10.8kg/m²要求的基础上适当增大后作为我国矿料用量的参考范围。

国际稀浆罩面协会在1991年的微表处技术指南A143中,规定微表处混合料油石比范围为5.5%~9.5%,1996年修订时已将油石比范围修订为5.5%~10.5%。日本微表处技术指南中规定I型和II型级配微表处的改性乳化沥青用量分别在12%~15%和11%~14%之间,按照60%的蒸发残留物含量计算,油石比分别在7.2%~9%和6.6%~8.4%之间。

对国内微表处混合料设计的研究调查发现:MS-3型级配实际采用的油石比多在6.0%~7.5%之间。如果油石比超过8.5%后试样仍然呈现深棕色,一般不是因为油石比小的问题,而是混合料的配伍性太差或者集料砂当量过低的原因,应该考虑改变混合料配方。

4.1.6 本条规定了室内试验设计中稀浆混合料应该满足的技术要求。本技术要求主要是参照国际稀浆罩面协会的相关要求(见表4-3)提出的。

表 4-3 国际稀浆罩面协会微表处指南对微表处混合料的要求

项目	微表处	稀浆封层	试验方法
可拌和时间(25℃)	不小于 120s	不小于 180s	ISSA TB-113
粘聚力 30min 60min	不小于 1.2N·m 不小于 2.0N·m	不小于 1.2N·m 不小于 2.0N·m (仅针对快开发交通型)	ISSA TB-139
粘附砂量	不大于 538g/m ²	不大于 538g/m ² (仅用于重交通道路时)	ISSA TB-109
冲水剥离	不大于 90%	不大于 90%	ISSA TB-114
湿轮磨耗损失 浸水 1h 浸水 6d	不大于 538g/m ² 不大于 807g/m ²	不大于 807g/m ² —	ISSA TB-100
轮辙变形试验 横向位移率 相对密度	不大于 5% 不大于 2.1	— —	ISSA TB-147
相容性分级	不低于(AAA,BAA)11级	—	ISSA TB-144

可拌和时间指标:由于可拌和时间受到环境温度和材料温度的影响,因此除要求在室温下拌和外,还应在可能遇到的最高施工温度下进行可拌和时间的验证。但是考虑到不同施工队伍对可拌和时间的要求各不相同,再加上室内拌和试验与现场施工还是有一定差别,因此没有提及高温下可拌和时间要求值。

粘聚力指标:试验发现,仅仅用粘聚力指标的试验数值来反映混合料的成型速度存在一定的片面性。试验中经常出现混合料成型良好但粘聚力数值却较小的情况,相反,混合料没有很好的成型,测出的粘聚力数值却可能会较大。分析认为,在混合料成型不太好的情况下,压头在压力作用下压入试样一定深度,使压头与试样的接触面积增大,且压头在旋转过程中易受到试样中大颗粒的阻碍作用,测出的试验结果自然要大一些;而在混合料成型良好的情况下,压头无法压入相对坚硬的试样中,扭动过程中容易在试样表面打滑,造成了试验结果偏小。因此,在对粘聚力指标提出要求的同时,还提出了对试验过程中试样破损状态的描述。

研究发现,国际稀浆罩面协会规定的 1h-WTAT 不超过 538g/m² 和 6d-WTAT 不超过 807g/m² 的指标基本适合我国使用,取整为 540g/m² 和 800g/m² 后作为我国的技术要求。而国际稀浆罩面协会规定的粘附砂量不超过 538g/m² 的要求值过大,对确定混合料的最大乳化沥青用量没有指导意义,研究后调整为不超过 450g/m²。

轮辙变形试验可以用来评价微表处混合料的抗车辙能力。对于单层微表处,由于厚度仅 10mm 左右,本身并不会产生严重车辙,因此没有必要对抗车辙能力提出要求;但是当微表处用于车辙填充时,混合料的抗车辙能力就变得十分重要,但目前国内还没有相应的评价方法。因此根据国际稀浆罩面协会 ISSA TB147 提出了轮辙变形试验方法,并参照

ISSA A143 提出了宽度变化率的要求。

配伍性等级是一项很好的微表处混合料设计技术指标,本指南参照国际稀浆罩面协会的要求提出了该指标的要求。但是由于我国的相关研究工作和经验不多,暂时将相容性分级作为参考指标使用。

5 微表处和稀浆封层的施工

5.1 一般规定

5.1.1 微表处和稀浆封层施工前,施工单位(承包商)必须提供详实的混合料设计报告。微表处工程应由具有丰富设计经验的实验室进行验证性复核,并出具复核报告,符合技术要求后方可施工。

5.1.2 微表处和稀浆封层必须采用专用机械施工。微表处摊铺机,拌和箱必须为大功率双轴强制搅拌式,摊铺槽必须带有两排布料器,摊铺机必须具有精确计量系统并可记录或显示矿料、乳化沥青等的用量,当采用微表处修补车辙时还必须配有专用的 V 字形车辙摊铺槽。

5.1.3 微表处和稀浆封层施工的气候条件应满足:

- (1)施工、养生期内的气温应高于 10℃;
- (2)不得在雨天施工。施工中遇雨或者施工后混合料尚未成型就遇雨时,应在雨后将无法正常成型的材料铲除。

5.1.4 严禁在过湿或积水的路面上进行微表处和稀浆封层施工。

5.1.5 微表处和稀浆封层用于路面养护工程时,施工现场的交通控制应严格按照《公路养护安全作业规程》(JTG H30)的要求进行,保障养护作业安全。

5.2 对原路面的要求

5.2.1 微表处和稀浆封层施工前,原路面应满足以下要求:

(1)原路面必须有足够的结构强度。原路面整体结构强度不足的,不应采用微表处或稀浆封层罩面;原路面局部结构强度不足的,必须根据具体情况选择合适的方法进行补强。

(2)原路面 15mm 以下的车辙可直接进行微表处罩面;深度 15mm ~ 25mm 的车辙应首先进行微表处车辙填充,然后再进行微表处罩面,也可采用双层微表处;深度 25mm ~ 40mm 的车辙应首先采用多层微表处车辙填充;深度 40mm 以上的车辙,不宜采用微表处

车辙填充处理。

- (3)原路面宽度大于 5mm 的裂缝应进行灌缝处理。
- (4)原路面局部破损(如坑槽、松散等)应彻底挖补。
- (5)原路面的拥包等隆起型病害应事先进行处理。

5.3 施工准备

5.3.1 微表处和稀浆封层施工前,应对原路面进行检查,确认原路面满足 5.2.1 的要求。

5.3.2 原路面为沥青路面时,一般不需喷洒粘层油。原路面为非沥青路面,宜预先喷洒粘层油。用于半刚性基层沥青路面的下封层时,应首先在半刚性基层上喷洒透层油。

5.3.3 有监理在场的情况下,对材料进行施工前的检查:

- (1)施工用的乳化沥青、矿料、水、填料等应进行质量检查,符合设计要求后方可使用。
- (2)粗集料中的超粒径颗粒必须筛除。
- (3)以 1%的含水量间隔,参照 T 0331 中细集料紧装密度的测试方法,检测矿料在含水量 0~7%情况下的单位体积干矿料重量,得出矿料的“含水量-单位体积干矿料重量”的关系曲线,用于摊铺车设定。
- (4)测定矿料含水量。

5.3.4 有监理在场的情况下,对施工机具进行施工前检查和标定:

- (1)各种施工机械和辅助工具均应备齐,并保持良好工作状态。
 - (2)摊铺车在以下情况下必须进行标定:
 - a.新机器第一次使用时;
 - b.机器每年的第一次使用时;
 - c.新工程开工前;
 - d.原材料改变和配比发生较大变化时。
- 摊铺车标定的方法按该车的说明书进行。

5.3.5 有监理在场的情况下,通过摊铺车的标定,得出摊铺车各料门开度或泵的设定等与各材料出料量的关系曲线,出具标定报告。

5.3.6 矿料掺配不宜采用装载机进行,而应选用具有储料、计量和掺配功能的配料设备完成。

5.4 铺筑试验段

5.4.1 微表处和稀浆封层正式施工前,应选择合适路段摊铺试验段。试验段长度不小于 200m。

5.4.2 通过试验段的摊铺,确定施工工艺。

5.4.3 根据试验段的摊铺情况,在设计配合比的基础上做小范围调整,确定施工配合比。施工配合比的油石比不应超出设计油石比 $+0.2\%$ 的范围;施工配合比的矿料级配不应超出表 5.4.3 规定的相应级配类型的各筛孔通过率上下限,且以矿料设计级配为基准,施工配合比的矿料级配中各筛孔通过率不应超过表 5.4.3 规定的允许波动范围。施工配合比的油石比或者矿料级配的调整幅度超出上述规定时,必须重新进行混合料设计。

表 5.4.3 微表处和稀浆封层矿料级配

级配类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
ES-1		100	90~100	65~90	40~65	25~42	15~30	10~20
MS-2, ES-2	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
MS-3, ES-3	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15
允许波动范围	—	±5%	±5%	±5%	±5%	±4%	±3%	±2%

5.4.4 通过试验段得出的施工配合比和确定的施工工艺经监理或者业主认可后,作为正式施工依据,施工过程中不允许随意更改,必须更改时,应得到监理或者业主认可。

5.5 施 工

5.5.1 微表处和稀浆封层应按下列程序施工:

- (1)彻底清除原路面的泥土、杂物等;
- (2)施画导线,以保证摊铺车顺直行驶,有路缘石、车道线等作为参照物的,可不施画导线;
- (3)摊铺车摊铺稀浆混合料;
- (4)手工修复局部施工缺陷;
- (5)初期养护;
- (6)开放交通。

5.5.2 根据施工路段的路幅宽度,调整摊铺槽宽度,应尽量减少纵向接缝数量,在可能

的情况下,宜使纵向接缝位于车道线附近。

5.5.3 将符合要求的各种材料装入摊铺车内。

5.5.4 将装好料的摊铺车开至施工起点,对准控制线,放下摊铺槽,调整摊铺槽使其周边与原路面贴紧。

5.5.5 按生产配合比和现场矿料含水量情况,依次或同时按配比输出矿料、填料、水、添加剂和乳液,进行拌和。

5.5.6 拌好的混合料流入摊铺槽并分布于摊铺槽适量时,开动摊铺车匀速前进,需要时可打开摊铺车下边的喷水管,喷水湿润路面。

5.5.7 摊铺速度以保持混合料摊铺量与搅拌量基本一致为准。微表处和快开放交通型稀浆封层施工时保持摊铺槽中混合料的体积为摊铺槽容积的 1/2 左右;慢开放交通型稀浆封层施工时保持摊铺槽中混合料的体积为摊铺槽容积的 1/2 ~ 2/3。

5.5.8 稀浆混合料摊铺后的局部缺陷,应及时使用橡胶耙等工具进行人工找平。找平的重点是:个别超粒径粗集料产生的纵向刮痕,横、纵向接缝等。

5.5.9 当摊铺车内任何一种材料快用完时,应立即关闭所有输送材料的控制开关,让搅拌器中的混合料搅拌完,并送入摊铺槽摊铺完后,摊铺车停止前进,提起摊铺槽,将摊铺车移出摊铺点,清洗摊铺槽。施工中不得随意抛掷废弃物。

5.5.10 采用双层摊铺或者微表处车辙填充后再做微表处罩面时,首先摊铺的一层应至少在行车作用下成型 24h,确认已经成型后方可在上面再进行第二层摊铺。当采用压路机碾压时,可根据实际情况缩短第一层的成型时间。

5.5.11 微表处车辙填充时,应调整摊铺厚度,使填充层横断面的中部隆起 3mm ~ 5mm,形成冠状(图 5.5.11),以考虑行车压密作用。

5.5.12 当改性乳化沥青蒸发残留物含量和矿料含水量发生变化时,必须调整摊铺车的设定,确认材料配比符合设计配比后才可继续施工。

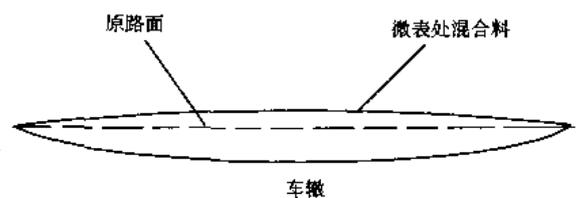


图 5.5.11 微表处车辙摊铺应适当高出原路面

5.5.13 初期养护:

(1)稀浆混合料铺筑后,在开放交通前禁止一切车辆和行人通行。

(2)微表处和稀浆封层混合料摊铺后一般不需要压路机碾压。在用于硬路肩、停车场等缺少或者没有行车碾压的场合时,或者为了满足某些特殊需要,可使用6t~10t轮胎压路机对已破乳并初步成型的稀浆混合料进行碾压。

(3)稀浆封层用于下封层时,宜使用6t~10t轮胎压路机对已破乳并初步成型的稀浆混合料进行碾压,使混合料具有更好的封水作用。

(4)混合料能够满足开放交通的要求后应尽快开放交通。

说明

5.1.3 本条规定了微表处和稀浆封层施工对天气情况的要求。国际稀浆罩面协会微表处技术指南中规定:路面温度或气温低于10℃且仍在降温时,不得进行微表处施工,但路面温度或气温高于7℃且仍在升温时可以施工;当材料在固化后24h内可能出现冰冻时不得施工;当天气条件会大幅延长开放交通时间时不应施工。日本乳化沥青协会微表处技术指南规定:微表处施工宜在10℃~25℃范围内进行,如果不得不在高温或低温条件下施工时,必须首先铺筑试验段,确认其施工性能和固化情况。

我国已经铺筑的微表处工程中,有个别路段因工期延误,施工时气温在10℃以下,结果发现,混合料的成型速度十分缓慢,长时间(4h~5h)无法开放交通,开放交通初期有较多的粗集料飞散,因此规定施工温度不应低于10℃。日本标准中25℃的施工温度上限要求过于苛刻,不适合我国国情,但是应采取技术措施保证具有充分的拌和、摊铺时间。

5.2.1 微表处和稀浆封层要求原路面有充足的结构强度,结构强度不足的应首先补强;微表处和稀浆封层的厚度一般不超过10mm,对路面几乎起不到补强作用,因此微表处和稀浆封层也不能用于路面的补强。

关于微表处和稀浆封层前原路面的要求及病害处理,国际稀浆罩面协会没有明确规定,仅仅建议对裂缝进行事先处理,并要求单层微表处时原路面的车辙不得大于12.7mm;日本稀浆罩面协会微表处指南中也没有明确的规定,只是简单地指出:应确认路面无结构性破损,路面严重凹凸不平、有发展性裂纹的路段应予避免。

在我国,原路面状况显著影响微表处和稀浆封层使用性能和寿命的问题十分突出。因此,微表处和稀浆封层的使用范围和对原路面的要求必须严格控制。

5.3.3 施工准备阶段,一定要认真测得矿料的“含水量-单位体积干矿料重量”关系曲线,这将直接关系到稀浆混合料实际油石比的大小。这是因为,微表处和稀浆封层摊铺车采用的是体积计量方式,当矿料含水量发生变化时,矿料的体积会随之变化,如果不及调整摊铺车设定,就会造成稀浆混合料的实际油石比的显著变化。

5.5.11 微表处用做车辙填充时,由于摊铺槽没有振捣功能,混合料预压实度较小,

原车辙中部摊铺厚度增大后会在行车作用下进一步压密,产生新的车辙。为此,国际稀浆封层协会微表处技术指南(A143)中规定,对于有车辙的路面,每摊铺 1 in (约 25mm)厚的混合料,施工时的摊铺厚度应增加 3.2mm~6.4mm,以考虑行车的压密作用。V型车辙摊铺槽刮板的高度可以上下微调,从而保证车辙中部的摊铺高度适当高出原路面标高,以考虑行车压密的作用。

6 施工质量控制

6.1 施工前材料与设备检查

6.1.1 施工前必须提供原材料的检测报告、稀浆混合料设计报告和复核报告,并确认符合要求;必须提供摊铺车标定报告。在确认材料、设备等没有发生变化和符合要求后,方可施工。

6.1.2 施工前材料的质量检查应以同一料源、同一批并运至生产现场的相同规格品种的集料、(改性)乳化沥青等为一“批”进行检查。检查频率和要求如表 6.1.2 所示。矿料级配和砂当量指标不能满足设计要求的,必须重新进行混合料设计或者重新选择矿料。

表 6.1.2 微表处和稀浆封层施工前的材料质量检查与要求

材料	检查项目	要求值	检验频率
(改性)乳化沥青	表 3.1.1 要求的检测项目	符合设计要求	每批来料一次
矿料	砂当量		
	级配 ^[注]		
	含水量	实测	每天一次

注:矿料级配符合设计要求,是指实际级配不超出相应级配类型要求的各筛孔通过率的上下限,且以矿料设计级配为基准,实际级配中各筛孔通过率不得超过表 5.4.3 规定的允许波动范围。

6.1.3 施工前应对摊铺机的性能、标定和设定以及辅助施工车辆配套情况、性能等进行检查。

6.1.4 当(改性)乳化沥青蒸发残留物含量和矿料含水量发生变化时,必须调整摊铺机的设定,确认材料配比符合设计配比后才可施工。

6.2 施工过程的质量控制

6.2.1 施工中应对稀浆混合料进行抽样检测,抽检项目、频率、允许误差及方法如表 6.2.1 所示。

表 6.2.1 微表处和稀浆封层施工过程检验要求

项目	要求	检验频率	检验方法
稠度	适中	1次/100m	经验法
油石比	施工配合比的油石比 $\pm 0.2\%$	1次/日	三控检验法
矿料级配	满足施工配合比的矿料级配要求 ^[注]	1次/日	摊铺过程中从矿料输送带末端接出集料进行筛分
外观	表面平整、均匀,无离析,无划痕	全线连续	目测
摊铺厚度	-10%	5个断面/km	钢尺测量或其它有效手段,每幅中间及两侧各1点,取平均值作为检测结果
浸水 1h 湿轮磨耗	不大于 540g/m ² (微表处) 不大于 800g/m ² (稀浆封层)	1次/7个工作日	附录 A4

注:矿料级配满足施工配合比的矿料级配要求,是指矿料级配不超出相应级配类型要求的各筛孔通过率的上下限,且以施工配合比的矿料级配为基准,实际级配中各筛孔通过率不超过表 5.4.3 规定的允许波动范围。

6.2.2 稠度检验的经验法:

(1)在刚刚摊铺出的稀浆混合料上用直径 10mm 左右的细棍划出一道划痕,如果划痕马上就被两边的材料淹没,说明混合料的稠度偏稀,应适当降低用水量;如果划痕两边的材料呈松散状态,说明混合料过稠甚至已经破乳;如果划痕能够保持 3s ~ 5s 后才被周围材料覆盖,周围的材料仍然有一定的流淌性,说明混合料的稠度合适;

(2)迎着太阳照射方向观察刚刚摊铺出的材料层,如果表面有大面积亮光的反光带,说明混合料用水量偏大,稠度偏稀;如果刚刚摊铺出的材料层干涩,没有反光,说明混合料偏稠;如果刚刚摊铺出的材料层对日光呈现漫反射,说明稠度适宜。

6.2.3 采用以下“三控检验法”对微表处和稀浆封层混合料进行油石比检验:

(1)每天摊铺前检查摊铺车料门开度和各个泵的设置是否与设计配比相符,认真记录每车的集料、填料用量和(改性)乳化沥青用量,计算油石比,每日一次总量检验;

(2)摊铺过程中取样进行混合料抽提试验,检测油石比大小是否与设计油石比相符;

(3)每 50 000m² 左右,统计一次施工用集料、填料和(改性)乳化沥青的实际总用量,计算摊铺混合料的平均油石比。

微表处施工时,油石比检验以第(1)项为准,第(2)、(3)项作为校核。

稀浆封层施工时,施工设备有精确计量装置的,油石比检验以第 1 项为准,第(2)、(3)项作为校核;没有精确计量装置的,以第(2)项为准,第(3)项作为校核,此时可适度放宽油石比检验要求至 $\pm 0.3\%$ 。

6.3 交工验收阶段的质量检查与验收

6.3.1 工程完工后 1~2 个月时,将施工全线以 1km ~ 3km 作为一个评价路段进行质量

检查和验收,检查项目、频率、要求及方法如表 6.3.1 所示。

表 6.3.1 微表处和稀浆封层交工验收检验要求

项目	质量要求	检验频率	方法	
外观质量	外观	表面平整、密实,均匀,无松散,无花白料,无轮迹,无划痕	全线连续	目测
	横向接缝	对接,平顺	每条	目测
	纵向接缝	宽度 < 80mm 不平整 < 6mm	全线连续	目测或用尺量 3m 直尺
	边线	任一 30m 长度范围内的水平波动不得超过 ± 50mm	全线连续	目测或用尺量
抗滑性能	摆值 F_b (BPN)	高速公路、一级公路 ≥ 45	5 个点/km	T 0964
	横向力系数	高速公路、一级公路 ≥ 54	全线连续	T 0965
	构造深度 TD(mm)	高速公路、一级公路 ≥ 0.60	5 个点/km	T 0961
渗水系数	$\leq 10\text{ml/min}$	3 个点/km	T 0971	
厚度	- 10%	3 个点/km	钻孔或其它有效方法	

注:①横向力系数和摆值任选其一作为检测要求。

②当稀浆封层用于下封层时,抗滑性能不作要求,验收的时间可灵活掌握。

说明

6.1.2 矿料含水量的测定十分重要,因为微表处和稀浆封层摊铺机采用体积计量方式,矿料含水量的变化会使得矿料体积显著变化,因此必须及时根据矿料的实测含水量调整摊铺机的设定。

6.2.1 国际稀浆罩面协会微表处技术指南没有对微表处施工过程的质量控制提出要求,日本乳化沥青协会微表处技术指南对施工过程质量控制的要求如附表 6-1 所示。

表 6-1 日本微表处技术指南对施工过程质量控制的要求

项目	频率	要求	方法
乳化沥青用量,集料用量	1 次/日	± 10%	铺装试验法便览
宽度	100m 一点	- 2.5cm 以上	
沥青含量	1 次/日	± 10%	铺装试验法便览
矿料级配	1 次/日	2.36mm: ± 10% 以内	
		0.075mm: ± 5% 以内	
WTAT 磨耗值	1 次/工程	1h: 540g/m ³ 或者 6d: 810g/m ³	浸水 1h 或 6d 湿轮磨耗试验任选其一

6.2.2 稠度是稀浆混合料的重要指标。考虑到目前我国主要采用的是快凝型的稀

浆混合料,使得无法完成稠度试验。因此根据国际稀浆罩面协会《微表处质量控制方法》的规定提出了本方法,在实际工程中的应用证明本方法是可行的。

6.3.1 国外的工程技术标准,包括微表处技术指南,强调的是“过程控制”,一般没有竣工验收环节和要求,而我国不仅进行“过程控制”,同时还进行“结果控制”,要求有竣工验收的标准和方法。

微表处在开放交通后最初的1个月之内处于不稳定状态:固化成型不断进行,个别粗集料可能会飞散,石料表面的沥青膜也会磨损。如果此时进行竣工验收,测得的数据无法反映微表处真正的工作状态,因此将竣工验收定为完工后的1个月至2个月时进行,此时微表处材料层的状况已经基本稳定了,测得的数据可靠、有代表性。

附录 A 稀浆混合料试验方法

附录 A1 拌和试验

A1.1 目的与适用范围

本方法适用于确定稀浆混合料的可拌和时间和成浆状态。

A1.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器：

- (1) 容积为 300ml ~ 500ml 的拌和杯(硬质纸杯、塑料杯等),拌和匙一把;
- (2) 量筒一只;
- (3) 天平,感量不大于 1g;
- (4) 秒表一只;
- (5) 油毡若干。

A1.3 方法与步骤

(1) 在拌和杯中放入一定量的工程实际用矿料(通常为 100g)、固体添加剂,拌匀,再将水、液体添加剂等倒入锅中拌匀,然后倒入一定量的(改性)乳化沥青,并开始记时。

(2) 在(改性)乳化沥青倒入后的最初 3s ~ 8s 内用力快速拌和,然后用拌和匙沿杯壁顺时针均匀拌和,一般为 60 ~ 70r/min,注意观察混合料的拌和状态。

(3) 当稀浆混合料变稠,手感到有力时,表明混合料开始有破乳的迹象,记录此刻的时间,称为可拌和时间。

(4) 继续拌和,当混合料完全抱团,无法拌和时,记录此刻的时间,称为不可施工时间。

(5) 混合料的可拌和时间不能满足要求时,重新调整混合料的配方,重复进行上述试验步骤。

(6) 记录试验时的气温和湿度。

(7) 按照拌和时间满足要求的配方重新称料、拌和,拌和 30s 后摊到油毡上铺平,厚度约 8mm。将试样在室温下放置 24h 后,观测集料与沥青的配伍性和沥青用量大小,方法见表 A1.3。

A1.4 报告

同一试样平行试验两次,当两次可拌和时间测定值的差值符合重复性试验精密度要

表 A1.3 试样沥青用量大小与配伍性优劣的判断依据

		试样的表现效果
沥青用量	偏小	试样呈棕黄色;用手在试样表面捻动会有颗粒散落
	偏大	试样表面有油膜,用手捻动会粘手
混合料配伍性	好	试样呈黑色,手掰有韧性,石料与沥青裹附良好
	差	试样呈棕黄色,脆,易掰开,掰开后可见未裹附沥青膜的石料

求时,取其平均值作为试验结果,准确至 5s。可拌和时间试验结果大于 180s 时记为“> 180s”。

当试样可拌和时间小于 120s 时,重复性试验的允许差为 10s;当试样可拌和时间小于 120s 时,重复性试验的允许差为 15s。

报告应记述下列事项:

- (1)混合料配方。
- (2)各种混合料配方下的可拌和时间、不可施工时间和拌和状态。
- (3)拌和试验的温度、湿度、日照等环境条件。
- (4)定性描述成型后试样的配伍性和沥青用量大小。

说明

本方法是参照 ISSA TB 113 对《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中的乳化沥青与矿料的拌和试验(T 0659—1993)进行修订提出的。T 0659—1993 采用固定比例掺配的矿料,经过固定时间的拌和,观察矿料与乳液裹附是否均匀。本拌和试验方法则是采用工程实际用矿料和乳化沥青,以拌和时间的长短评价稀浆混合料的可操作时间,并根据试样成型情况定性判断混合料配伍性的好坏,对工程实际有更强的指导性。

附录 A2 破乳时间试验

A2.1 目的和适用范围

本方法适用于确定稀浆混合料的破乳时间。

A2.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器和材料:

- (1)吸水白纸巾;
- (2)计时工具;

- (3)环型试模,内径为 60mm,试模厚度为 6mm 或者 10mm;
- (4)油毛毡:面积 152mm × 152mm ;
- (5)其它:拌和杯和拌铲等。

A2.3 方法与步骤

(1)按照拌和试验确定的配合比称取矿料、水、(改性)乳化沥青和添加剂。通常以干矿料 100g 为准。

(2)将矿料、填料倒入杯中,拌匀,再将水、添加剂倒入杯中拌匀,然后倒入(改性)乳化沥青拌和,时间不超过 30s。

(3)取刚拌匀的稀浆混合料立即倒入油毛毡上的试模内,ES-1、ES-2、MS-2 型混合料采用 6mm 厚的试模,ES-3、MS-3 型混合料采用 10mm 厚的试模,开始计时。

(4)将试样在温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境下成型,对于微表处和快凝型稀浆封层试样,隔 5min 后,用一张吸水白纸巾轻轻按压混合料表面,如果在纸上没有见到褐色的斑点,就认为乳化沥青已经破乳。如果有褐色斑点出现就再隔 5min 重复测试。如果 1h 后仍未破乳,就每隔 15min 测试一次,直至达到破乳为止。

对于慢凝型稀浆封层试样,试验的时间间隔为 15min,如果 1h 后仍未破乳,就每隔 30min 测试一次,直至达到破乳为止。

记录破乳时间。注意每次按压的位置不要重复。

(5)记录试验时的气温和湿度。

A2.4 报告

同一试样平行试验两次,当两次测定值的差值符合重复性试验精密度要求时,取其平均值为试验结果,准确至 5min。

当试样破乳时间小于 60min 时,重复性试验的允许差为 5min;当试样破乳时间小于 60min 时,重复性试验的允许差为 15min。

报告应记述下列事项:

- (1)混合料配方。
- (2)试验温度、湿度
- (3)稀浆混合料的破乳时间。

说明

本试验方法是参照 ISSA 的有关试验方法对《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中的乳化沥青稀浆封层混合料初凝时间试验(T 0753—1993)进行修订后提出的。实际上,稀浆混合料的破乳和初凝是两个不同的概念。初凝时间一般认为是粘聚力值达到 $1.2\text{N}\cdot\text{m}$ 的时间通过粘聚力试验确定;而破乳时间是乳化沥青中的沥青和水分离,沥青微粒吸附到石料上而水析出所需要的时间。因此,本试验方法称为“破乳时间试验”。

附录 A3 粘聚力试验

A3.1 目的与适用范围

本方法适用于确定稀浆混合料的初凝时间和开放交通时间。

A3.2 仪器和材料

本试验需要下列仪器和材料

(1)粘聚力试验仪(见图 A3.2),应满足以下要求:

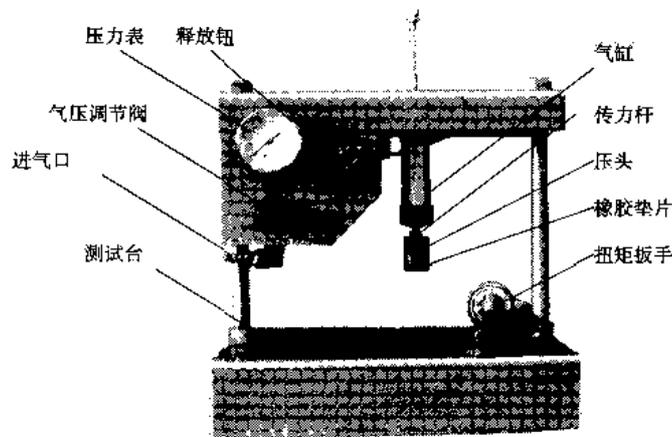


图 A3.2 粘聚力试验仪

a. 压头尺寸

压头呈圆柱形,由不锈钢材料制作,并牢固连接在气缸传力杆下部。压头直径 $28.6\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$,压头厚度 $28\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。

压头底部粘结有橡胶垫片,橡胶垫片直径 $28.6\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$,厚度 $6.4\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$,橡胶硬度为 $60\text{HA} \pm 2\text{HA}$ 。

b. 压头高度与下落速度

压头底面距离底座顶面的高度适宜,既有足够的空间以方便放置和取下试样,又不得超过气缸行程,一般在 $50\text{mm} \sim 70\text{mm}$ 。

压头下落速度不应大于 8cm/s 。

c. 压头压力

压头压在试样台上产生的压力为 $128.5\text{N} \pm 1.0\text{N}$ 。

d. 扭矩扳手

扭矩扳手套在传力杆上。扭矩表量程不小于 $3.5\text{N}\cdot\text{m}$,宜采用数显式扭矩扳手,采用机械指针式扭矩扳手时,扭矩表应带有从动指针。

e. 气缸

气缸活塞的行程不宜小于 75mm 。

f. 空气压力表

空气压力表量程 0 ~ 700kPa,分度 10kPa。

g. 重复性

重复进行粘聚力值检测,所得的最大值和最小值的差不得大于 $0.3\text{N}\cdot\text{m}$,测量结果的标准差不应大于 $0.2\text{N}\cdot\text{m}$;

(2)环型试模,内径为 60mm。ES-1、ES-2、MS-2 型混合料的试模厚度 6mm,ES-3、MS-3 型混合料的试模厚度 10mm;

(3)计时工具;

(4)砂纸(220 号);

(5)油毛毡;面积 $150\text{mm}\times 150\text{mm}$;

(6)其它:拌和杯和拌铲等。

A3.3 方法与步骤

A3.3.1 粘聚力仪的标定

用 220 号粗砂纸做“粘聚力试验”,10 次试验扭矩扳手读数最大值和最小值的差值应小于 $0.03\text{N}\cdot\text{m}$,测量结果的标准差不应大于 $0.02\text{N}\cdot\text{m}$ 。

A3.3.2 试样制备

(1)按照拌和试验确定的混合料配比备料,通常以干矿料 300g 为准。

(2)将矿料、填料倒入杯中,拌匀,再将水、添加剂倒入杯中拌匀,然后倒入(改性)乳化沥青拌和,时间不超过 30s。

(3)将稀浆混合料倒入预湿过的试模中,用油毡垫底,刮平,脱模并记时。

A3.3.3 试验步骤

(1)将试样在温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境下成型 30min 后,将试件置于粘聚力试验仪的测试台上。

(2)将气动压头压在试件上,此时空气压力表的读数应保持在 200kPa。

(3)保持压力不变,将扭矩扳手测力表归零并套住气缸杆上端,在 $0.7\text{s}\sim 1.0\text{s}$ 内平稳、坚定、水平地扭转 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$,读取扭矩扳手读数,并描述试样的破损状态(方法见备注)。

(4)升起压头,擦干净后待下次测试使用。

(5)60min 时,重复上述步骤。

A3.4 报告

同一试样平行试验两次,当两次测定值的差值符合重复性试验精密度要求时,取其平均值作为试验结果,准确至 $0.1\text{N}\cdot\text{m}$ 。

重复性试验的允许差为 $0.2\text{N}\cdot\text{m}$ 。

报告应记述下列事项:

(1)混合料配方;

(2)试验温度、湿度,及其它环境条件;

(3)混合料 30min 和 60min 的粘聚力值,并描述 60min 粘聚力试样测试后的破坏状态。

备注:试样的破坏状态可以分为以下四种情况:

(1)完全成型:试样没有任何破损或裂纹,没有集料散落情况出现,压头在试样表面打滑,表面沥青膜可能被磨掉而留下圆形痕迹(与粘聚力值 $2.6\text{N}\cdot\text{m}$ 等效);

(2)中度成型:试样表面没有裂纹出现,但压头下的集料会被碾落或粘起(与粘聚力值 $2.3\text{N}\cdot\text{m}$ 等效,见图 A3.4-1);

(3)初级成型:试样表面有一条裂纹出现(与粘聚力值 $2.0\text{N}\cdot\text{m}$ 等效,见图 A3.4-2);

(4)未成型:多条裂纹出现,甚至整个试样被碾散(粘聚力低于 $1.2\text{N}\cdot\text{m}$,见图 A3.4-3)。

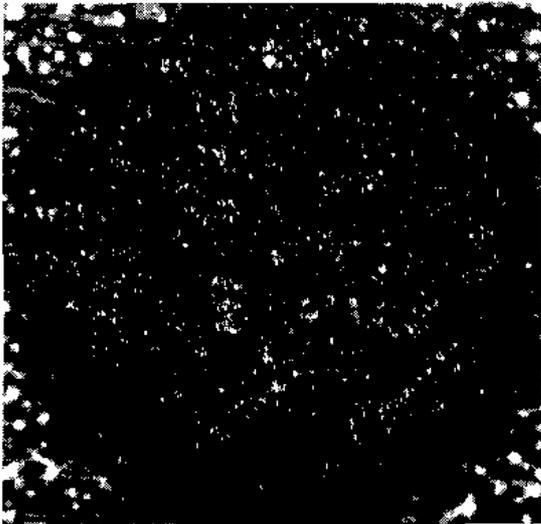


图 A3.4-1 中度成型

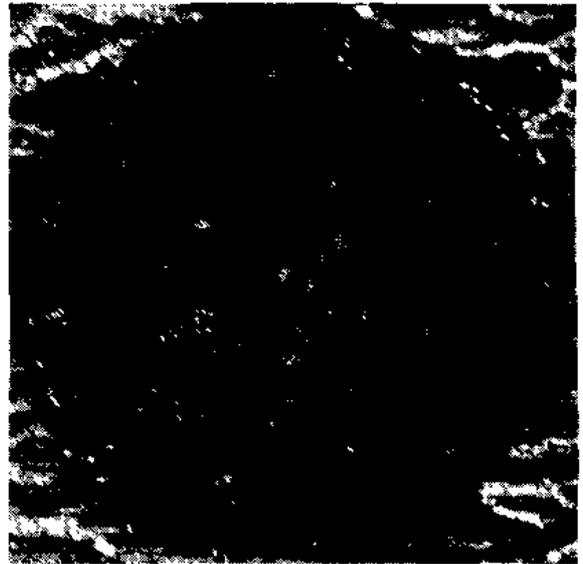


图 A3.4-2 初级成型

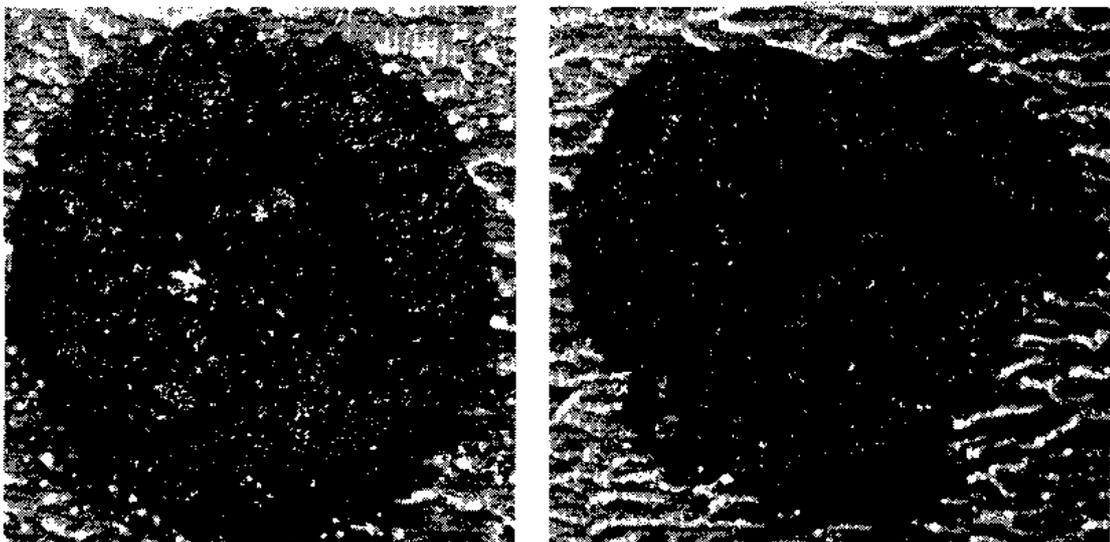


图 A3.4-3 未成型

说明

本试验方法是参照 ISSA TB 139 对《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中的乳化沥青稀浆封层混合料固化时间试验(T 0754—2000)进行修订后提出的。与 T 0754—2000 相比,本试验方法主要有以下改进:(1)针对粘聚力值经常出现假象,不能真实反应混合料成型情况的现象,借鉴 ISSA TB 139 提出了对试验后试样的破损情况进行描述的要求;(2)借鉴 ISSA TB 139 提出了粘聚力试验仪的标定方法;(3)提出了粘聚力试验仪的技术要求。

附录 A4 湿轮磨耗试验

A4.1 目的与适用范围

本方法适用于检验成型后的稀浆混合料的配伍性和抗水损害能力。可与负荷轮载试验一起确定混合料的最佳沥青含量。

A4.2 仪器和材料

本试验需要下列仪器:

(1)湿轮磨耗仪(见图 A4.2):

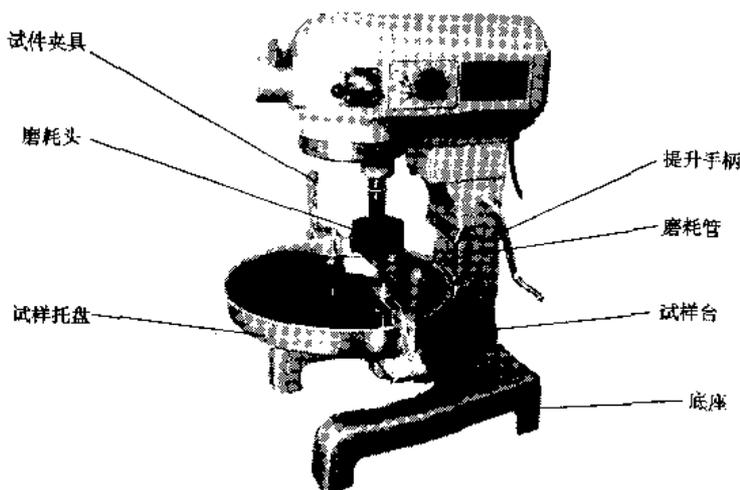


图 A4.2 湿轮磨耗仪

a. 磨耗头

磨耗头总质量(包括橡胶磨耗管) $2270\text{g} \pm 20\text{g}$,其固定装置可在轴套内垂直 $12.7\text{mm} \pm 1.0\text{mm}$ 范围内自由活动。磨耗头的转速为自转 $140\text{r}/\text{min} \pm 2\text{r}/\text{min}$,公转为 $61\text{r}/\text{min} \pm 1\text{r}/\text{min}$ 。

b. 磨耗管

磨耗管为内径 $19\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$, 壁厚 $6.4\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$, 长度 $127\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的橡胶软管, 磨耗管外层应为聚氯丁橡胶。磨耗管外层橡胶硬度为 60HA ~ 70HA。

c. 试样托盘

试样托盘为平底金属圆盘, 内径 330mm , 深度 $50\text{mm} \pm 3\text{mm}$ 。试样托盘可以方便取下, 可依靠夹具与升降平台固定。

(2) 模板: 边长为 360mm 的塑料板, 中间有一直径为 $279\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的圆孔。试模厚度为 $6.4\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 。

(3) 油毛毡圆片: 直径为 286mm 。

(4) 天平: 称量 6000g , 感量不大于 1g 。

(5) 水浴: 温度能控制在 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 。

(6) 烘箱: 带强制通风, 温度能控制在 $60^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 。

(7) 刮板: 有橡胶刮片, 长 300mm 。

(8) 其它: 拌锅和拌铲等。

A4.3 方法与步骤

A4.3.1 试样制备

(1) 将烘干的矿料用 4.75mm 筛过筛后备用。

(2) 将油毛毡圆片平铺在操作台上, 再将模板放在平整的油毛毡圆片上居中。

(3) 试样中各组分的配比以拌和试验所确定的矿料、填料、添加剂、(改性)乳化沥青和水的比例为准, 其中矿料为 4.75mm 筛余部分。

(4) 称取总重 800g 的矿料放入拌锅, 掺入填料, 拌匀, 然后加入水拌匀, 再加入(改性)乳化沥青拌和, 拌和时间不超过 30s , 然后将拌匀的混合料倒入试模中并迅速刮平。对于快凝的混合料, 整个操作过程宜在 45s 内完成。

(5) 取走模板, 将试样放入 $60^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘至恒重, 一般不少于 16h 。

A4.3.2 试验步骤

(1) 从烘箱中取出混合料试件, 冷却到室温, 称取油毛毡圆片及试件的合计质量 (m_a), 准确至 1g 。

(2) 浸水 1h 湿轮磨耗试验时, 将试件及油毛毡放入 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的水浴中保温 60min ; 浸水 6d 湿轮磨耗试验时, 将试件及油毛毡放入 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的水浴中保温 6d 。

(3) 把试件及油毛毡从水浴中取出, 放入试样托盘中, 往试样托盘中加入 25°C 的水, 使试件完全浸入水中, 水面到试件表面的深度不少于 6mm 。

(4) 把装有试件的试样托盘固定在磨耗仪升降平台上, 提升平台并锁住, 此时试件顶起磨耗头。

(5) 开动仪器, 使磨耗头转动 $300\text{s} \pm 2\text{s}$ 后停止。

注: 每次试验后把磨耗头上的橡胶管转动一定角度, 以获得一个新磨耗面(用过的面不得使用), 或换上新的橡胶管。

(6)降下平台,将试件从盛样盘中取出,冲洗,然后放入 60℃烘箱中烘至恒重。

(7)从烘箱中取出试件,冷却到室温,称取试件与油毛毡的总质量(m_b)。

A4.4 计算

磨耗值按式(A4.4)计算:

$$WTAT = (m_a - m_b) / A \quad (A4.4)$$

式中:WTAT——稀浆混合料的磨耗值(g/m^2);

m_a ——磨耗前的试件重(g);

m_b ——磨耗后的试件重(g);

A ——磨耗头胶管的磨耗面积(由仪器说明书提供)(m^2)。

A4.5 报告

一组试样个数一般不少于 3 个。当一组测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的 k 倍时,该测定值应予舍弃,并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试样数目为 3、4、5、6 个时, k 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。

报告应记述下列事项:

- (1)混合料配方。
- (2)试件的湿轮磨耗值。

说明

本试验方法是参照国际稀浆罩面协会 ISSA T100,对《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中的乳化沥青稀浆封层混合料湿轮磨耗试验(T 0752—1993)进行修订后提出的。与 T 0752—1993 相比,本试验方法主要有以下修订:①将制备试样的矿料由原来的合成矿料修订为筛除 4.75mm 以上部分的矿料;②增加了浸水 6d 湿轮磨耗的试验方法;③提出了湿轮磨耗试验仪的技术要求。

附录 A5 负荷车轮粘砂试验

A5.1 目的与适用范围

本方法适用于控制稀浆混合料中沥青用量的上限。

A5.2 仪器和材料

本试验需要下列仪器和材料:

(1)负荷车轮试验仪(见图 A5.2),应满足以下要求:

a. 碾压频率

应选择适宜的电动机和齿轮减速器,使橡胶轮的碾压频率满足 44 次/min \pm 1 次/min

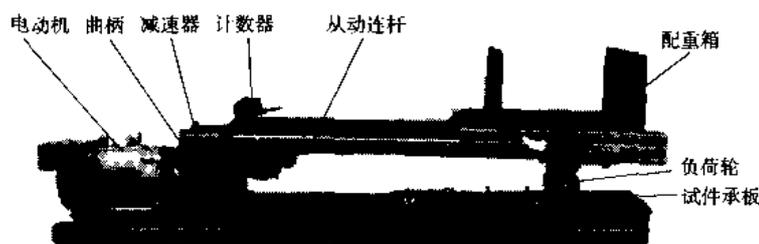


图 A5.2 负荷车轮试验仪

的要求。

b. 曲柄半径

与齿轮减速器相连的传动曲柄的半径为 $152\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 。

c. 橡胶轮尺寸

橡胶轮直径 $76.5\text{mm} \pm 1.0\text{mm}$, 橡胶厚度 $12.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$, 橡胶轮宽度 $26.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。

d. 橡胶轮的橡胶硬度

橡胶轮的橡胶硬度应在 60HA ~ 70HA 之间。

e. 橡胶轮位置

橡胶轮轮轴至曲柄连杆铰接轴的水平距离为 $610\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 。

f. 橡胶轮加载质量

曲柄连杆, 连同配重、橡胶轮等通过橡胶轮作用在试样上的总质量为 $56.7\text{kg} \pm 0.5\text{kg}$ 。

g. 橡胶轮跑偏量

在加入规定的负荷后, 橡胶轮的跑偏量小于 2mm。

(2) 加载物: 铁砂或铁块。

(3) 标准砂 ($0.15\text{mm} \sim 0.6\text{mm}$)。

(4) 试模: 试模厚度分别为 $3.2\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ (I 型级配用)、 $6.4\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ (II 型级配用)、 $12.7\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ (III 型级配用), 内部尺寸为 $(50.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}) \times (380.0\text{mm} \pm 1.0\text{mm})$, 外部尺寸为 $(406\text{mm} \pm 1\text{mm}) \times (76\text{mm} \pm 1\text{mm})$ 。

(5) 砂框架, 钢质砂框架的内部尺寸为 $(38.0\text{mm} \pm 1.0\text{mm}) \times (355.0\text{mm} \pm 1.0\text{mm})$, 外部尺寸为 $(64\text{mm} \pm 1\text{mm}) \times (457\text{mm} \pm 1\text{mm})$, 厚度为 $5.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。砂框架底部应粘贴厚度为 6mm 左右的泡沫橡胶, 防止试验过程中砂外泄。

(6) 钢盖板, 尺寸为 $(3\text{mm} \pm 0.2\text{mm}) \times (36\text{mm} \pm 1\text{mm}) \times (353\text{mm} \pm 1\text{mm})$ 。

(7) 台秤, 称量为 100kg, 感量为 0.5kg。

(8) 天平, 称量为 2000g, 感量为 1g。

(9) 烘箱, 带强制通风, 温度能控制在 $60^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 。

(10) 筛子, 孔径为 0.6mm 和 0.15mm。

(11) 其它: 拌锅和拌铲等。

A5.3 方法与步骤

A5.3.1 试样制备

- (1)按要求的级配准备粗、细集料及填料,烘干。
- (2)按照试模厚度一般比最大矿料粒径大 25% 的原则选择合适厚度的试模。
- (3)试样中各组分的配比以拌和试验所确定的矿料、填料、添加剂、(改性)乳化沥青和水的比例为准。
- (4)称取总重 500g 的矿料放入拌锅,掺入填料,拌匀,然后加入水拌匀,再加入(改性)乳化沥青拌和,拌和时间不超过 30s,然后将拌匀的混合料倒入试模中并迅速刮平,整个过程在 45s 内完成。
- (5)取走试模,把试样放入 60℃ 的烘箱中烘至恒重,一般不少于 16h。取出试样,冷却至室温备用。

A5.3.2 试验步骤

- (1)将负荷车轮试验仪调整好,使负荷质量为 56.7kg。
- (2)将试样正确安装在试件承板上。
- (3)保持试验温度在 25℃ ± 2℃。
- (4)将橡胶轮放下,压到试样上。
- (5)将计数器复位到零,调整碾压频率为 44 次/min。
- (6)开机碾压 1000 次后(碾压过程中如发现试样上出现发粘现象或明显发亮时,可洒少量水防止轮子粘起样品),停机、卸载、冲洗、烘干至恒重(60℃,不少于 16h),冷却至室温并称重 G_1 。
- (7)把试样重新装在仪器的原来位置上。把砂框放在试样上对好位置,把 300g 82℃ 的热砂倒入砂框架中摊平(或称取 200g 82℃ 的热砂倒入砂框架中摊平,将钢盖板放在砂框架中间),然后将橡胶轮放下开机碾压 100 次。
- (8)取下试样,用毛刷刷去试样上的浮砂,然后称重 G_2 。

A5.4 计算

粘附砂量按式(A5.4)计算:

$$LWT = (G_2 - G_1) / A \quad (A5.4)$$

式中:LWT——微表处混合料的粘附砂量(g/m²);

A——碾压面积(m²);

G_1 ——经过 1000 次碾压、冲洗和烘干后的试件质量(g);

G_2 ——经过加砂碾压 100 次后试件质量(g)。

A5.5 报告

一组试样个数一般不少于 3 个。当一组测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的 k 倍时,该测定值应予舍弃,并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试样数目为 3、4、5、6 个时, k 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。

报告应记述下列事项:

- (1)混合料配方;
- (2)试件的粘附砂量。

说明

本试验方法是参照 ISSA TB 109 对《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中的乳化沥青稀浆封层混合料碾压试验(T 0755—2000)进行修订后提出的。与 T 0755—2000,本试验方法主要有以下改进:①对试验方法名称进行了改动;②提出了负荷车轮试验仪的技术要求。

附录 A6 微表处混合料轮辙变形试验

A6.1 目的和适用范围

本方法适用于测定微表处混合料的抗车辙能力。

A6.2 仪器和材料

本试验需要下列仪器和材料:

- (1)负荷轮载试验仪,同附录 A5;
- (2)加载物,铁砂或铁块;
- (3)试模,试模厚度分别为 $12.7\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$,内部长宽为 $(380.0\text{mm} \pm 1.0\text{mm}) \times (50.0\text{mm} \pm 1.0\text{mm})$,外部长宽为 $(406\text{mm} \pm 1\text{mm}) \times (76\text{mm} \pm 1\text{mm})$;
- (4)台秤,称量 100kg,感量为 0.5kg;
- (5)天平,称量 2000g,感量为 1g;
- (6)烘箱,带强制通风,温度能控制在 $60^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$;
- (7)游标卡尺;
- (8)其它:拌锅和拌铲等。

A6.3 方法与步骤

A6.3.1 试样制备

- (1)试样制备与附录 A5 中负荷车轮粘附砂试验的试样制备相同。
- (2)试样烘干至恒重,冷却至室温后,量测试样的宽度 L_a 和厚度 V_a ,准确至 0.1mm。

A6.3.2 试验步骤

- (1)将负荷车轮试验仪调整好,使负荷质量为 56.7kg。
- (2)将试样正确安装在试件承板上。
- (3)保持试验温度在 $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。
- (4)将橡胶轮放下,压到试样上。
- (5)将计数器复位到零,调整碾压频率为 44 次/min。

(6) 开机碾压 1000 次。

(7) 取下试样, 测量碾压后的试样宽度 L_b 和车辙深度 V_b , 准确至 0.1mm。

A6.4 计算

试样的宽度变形率和车辙深度率按照式(A6.4-1)和 A6.4-2)计算:

$$PLD = (L_b - L_a) \times 100 / L_a \quad (\%) \quad (A6.4-1)$$

$$PVD = V_b \times 100 / V_a \quad (\%) \quad (A6.4-2)$$

式中: PLD——微表处试样单位宽度的变形率(%);

PVD——微表处试样单位厚度的车辙深度率(%).

A6.5 报告

一组试样个数一般不少于 3 个。当一组测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的 k 倍时, 该测定值应予舍弃, 并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试样数目为 3、4、5、6 个时, k 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。

报告应记述下列事项:

- (1) 混合料配方。
- (2) 试件的宽度变形率和车辙深度率。
- (3) 试验前试件的宽度和厚度。
- (4) 试验温度。

说明

微表处混合料可以用于车辙填充, 但是, 目前我国还没有相关的试验评价方法。为此, 借鉴 ISSA T 147 制订本试验方法, 用于评价微表处混合料的抗车辙能力。

附录 A7 配伍性等级试验

A7.1 目的和适用范围

本方法适用于测定特定级配的集料与改性乳化沥青之间的配伍性。

A7.2 仪器和材料

本试验需要下列仪器和材料:

(1) 旋转瓶试验仪(见图 A7.2-1), 应满足以下要求:

a. 旋转速度

旋转瓶试验仪的旋转由电动机带动, 通过齿轮减速器和链条传动带动旋转瓶的旋转, 旋转速度应满足 $20\text{r}/\text{min} \pm 0.5\text{r}/\text{min}$ 的要求。

b. 磨耗管内径和长度

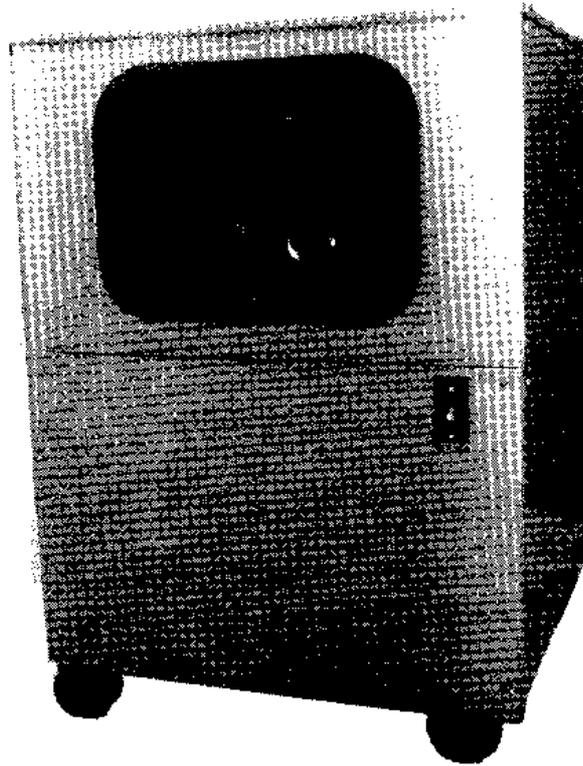


图 A7.2-1 旋转瓶磨耗仪

磨耗管由丙烯酸材料制成(见图 A7.2-2),内径 $60\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$,内部高度 $400\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 。

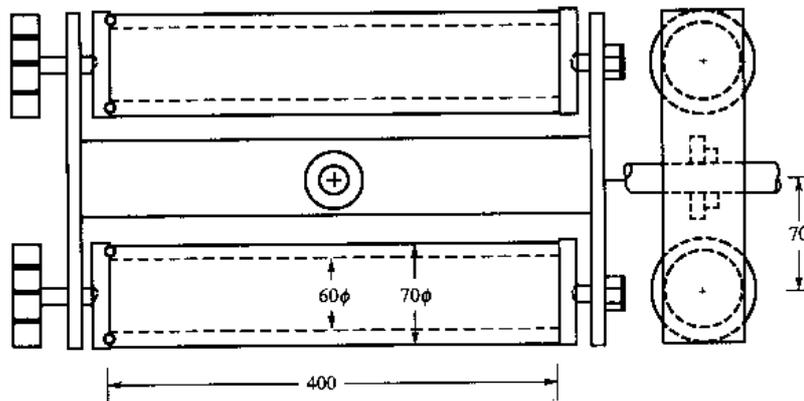


图 A7.2-2 磨耗管样式(尺寸单位:mm)

c. 磨耗管的固定位置

磨耗管通过旋紧螺丝以垂直于旋转轴的方向固定在转轴两侧。磨耗管中心轴与旋转轴的水平距离为 $70\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 。

d. 试模尺寸

试模是由不锈钢制作的一个底座、一个压头和一个套管组成。压头和底座的尺寸见图 A7.2-3。套管的内径 30mm ,高 70mm 。压头直径、压头的下部长度、套管内径套管长度的公差为 $\pm 0.1\text{mm}$,底座上部直径的公差为 -0.1mm ,其余尺寸的公差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

e. 压头的压力

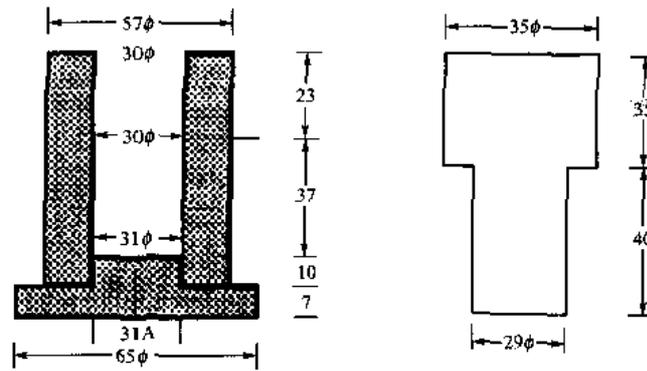


图 A7.2-3 试模和压头的样式

采用气压装置或者万能压力机通过压头对待成型试样进行压力成型。压头压力可以稳定在 $1000\text{kg} \pm 2\text{kg}$ 。

(2)天平,感量 $0.01\text{g} \pm 0.005\text{g}$ 。

(3)烘箱,带强制通风,温度能控制在 $60^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 。

(4)直径 50mm 、高 50mm 的镀锌金属吊篮,可以合适的方式悬挂于沸水中。

A7.3 方法与步骤

A7.3.1 试样制备

(1)将集料筛分和复配。复配后的集料应满足表 A7.3 的级配要求:

表 A7.3 配伍性分级试验用集料级配要求

筛孔(mm)	质量百分比(%)	筛孔(mm)	质量百分比(%)
0.6 ~ 2.36	25	0.075 ~ 0.3	15
0.3 ~ 0.6	40	< 0.075	20

(2)试验用集料也可不进行筛分和复配,而是将实际级配矿料筛除 2.36mm 以上部分后使用,这时需在试验结果中注明。

(3)取 200g 准备好的集料、 2g (1%) 水泥或其它外加剂、充足的水放入拌和容器中搅拌均匀。

(4)加入相当于纯沥青含量 $8.125\% \pm 0.1\%$ 的乳化沥青进行拌和,直至破乳。

(5)将破乳的混合料移至一个平盘中养生至少 1h ,然后移入 60°C 烘箱中烘至恒重。

(6)将在 60°C 烘干的 $40\text{g} \pm 1\text{g}$ 均匀搅拌的混合料放入试模中,预热至 60°C ,然后立即用 10kN 的压力对混合料加压 1min ,然后脱模。

A7.3.2 试验步骤

(1)将脱模后的试样晾至室温,除去试样表面的松散物质,称重,精确到 0.01g 。

(2)将试样放在 $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 的水中养生 6d 。

(3)取出试样,用滤纸将试样表面擦干至滤纸表面无湿点为止,称重,记为“吸水重”。

(4)将试样放入盛有 $750\text{ml} \pm 25\text{ml}$ 蒸馏水的磨耗管中,拧紧磨耗管两端的盖子后放到旋转瓶磨耗仪上。

(5)开启旋转瓶磨耗仪,以每小时 1200 转的速度转 $3\text{h} \pm 3\text{min}$ 。

(6)取出试样,用滤纸将试样表面擦干至滤纸表面无湿点为止,称重,精确到 0.01g,记为“磨耗重”。用吸水重减去磨耗重得到试样的磨耗损失。

(7)将磨耗后的试样放在吊篮上,放至剧烈沸腾的水中煮 30min。

(8)取出试样,选取最大的一块试,将表面擦干后称取重量,将该重量占“吸水重”的比例记为“完整率”。

(9)将试样在空气中干燥 24h,估计试样表面沥青膜裹附面积占试样总表面积的比例,记为“裹附率”。

A7.4 计算

按照表 A7.4 进行混合料配伍性分级。

表 A7.4 配伍性等级计算方法

配伍性分级	等级值	磨耗损失(g)	裹附率(%)	完整率(%)
A	4	0~0.7	90~100	90~100
B	3	0.7~1.0	75~90	75~90
C	2	1.0~1.3	50~75	50~75
D	1	1.3~2.0	10~50	10~50
0	0	>2.0	0	0

A7.5 报告

一组试样个数一般不少于 3 个。当一组测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的 k 倍时,该测定值应予舍弃,并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试样数目为 3、4、5、6 个时, k 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。

报告应记述下列事项:

- (1)集料级配情况;
- (2)磨耗损失、裹附率和完整率分别对应的配伍性分级;
- (3)求取磨耗损失、裹附率和完整率分别对应的等级值的和,记为“配伍性等级值”。

说明

配伍性分级试验是微表处混合料性能的重要评价方法,可以较好地评价改性乳化沥青与细集料的配伍性。为此,借鉴 ISSA T 144 制订本试验方法,用于评价微表处混合料的配伍性和抗水损能力。

公路工程现行标准、规范、规程、技术指南一览表

序号	类别	编 号	名 称	定价
1	基 础	JTJ 003—86	公路自然区划标准	16.00
2		JTJ 002—87	公路工程名词术语	22.00
3		JTJ 004—89	公路工程抗震设计规范	15.00
4		JTJ/T 006—98	公路环境保护设计规范	8.00
5		JTJ/T 0901—98	1:1 000 000 数字交通图分类与图示规范	78.00
6		JTG B01—2003	公路工程技术标准	28.00
7		JTG/T B05—2004	公路项目安全性评价指南	18.00
8		JTG B03—2006	公路建设项目环境影响评价规范	26.00
9		JTG/T B07-1—2006	公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范	16.00
10	勘 测	JTJ 065—97	公路摄影测量规范	15.00
11		JTJ 064—98	公路工程地质勘察规范	28.00
12		JTJ/T 066—98	公路全球定位系统(GPS)测量规范	7.00
13		JTJ 061—99	公路勘测规范	15.00
14		JTG C30—2003	公路工程水文勘测设计规范	22.00
15		JTG/T C21-01—2005	公路工程地质遥感勘察规范	17.00
16	设 计	JTJ 024—85	公路桥涵地基与基础设计规范	19.00
17		JTJ 025—86	公路桥涵钢结构及木结构设计规范	16.00
18		JTJ 018—96	公路排水设计规范	12.00
19		JTJ 027—96	公路斜拉桥设计规范(试行)	9.80
20		JTJ/T 019—98	公路土工合成材料应用技术规范	12.00
21		JTJ 026.1—1999	公路隧道通风照明设计规范	16.00
22		JTG D40—2003	公路水泥混凝土路面设计规范	26.00
23		JTG D30—2004	公路路基设计规范	38.00
24		JTG D60—2004	公路桥涵设计通用规范	24.00
25		JTG/T D60-01—2004	公路桥梁抗风设计规范	28.00
26		JTG D62—2004	公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范	48.00
27		JTG D70—2004	公路隧道设计规范	50.00
28		JTG/T D71—2004	公路隧道交通工程设计规范	26.00
29		JTG D61—2005	公路圬工桥涵设计规范	19.00
30		JTG D20—2006	公路路线设计规范	38.00
31		JTG D80—2006	高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范	25.00
32		JTG D81—2006	公路交通安全设施设计规范	25.00
33		JTG/T D81—2006	公路交通安全设施设计细则	35.00
34		JTG D50—2006	公路沥青路面设计规范	36.00

续上表

序号	类别	编 号	名 称	定价
35	检测	JTJ 056—84	公路工程水质分析操作规程	8.00
36		JTJ 051—93	公路土工试验规程	25.00
37		JTJ 057—94	公路工程无机结合料稳定材料试验规程	6.60
38		JTJ 059—95	公路路基路面现场测试规程	13.50
39		JTJ 052—2000	公路工程沥青及沥青混合料试验规程	40.00
40		JTG E30—2005	公路工程水泥及水泥混凝土试验规程	32.00
41		JTG E41—2005	公路工程岩石试验规程	18.00
42		JTG E42—2005	公路工程集料试验规程	30.00
43		JTG E50—2006	公路土工合成材料试验规程	28.00
44		施工	JTJ 042—94	公路隧道施工技术规范
45	JTJ 076—95		公路工程施工安全技术规程	12.00
46	JTJ 034—2000		公路路面基层施工技术规范	16.00
47	JTJ 037.1—2000		公路水泥混凝土路面滑模施工技术规范	16.00
48	JTJ 041—2000		公路桥涵施工技术规范	52.00
49	JTG F30—2003		公路水泥混凝土路面施工技术规范	46.00
50	JTG F40—2004		公路沥青路面施工技术规范	38.00
51	JTG F80/1—2004		公路工程质量检验评定标准(土建工程)	46.00
52	JTG F80/2—2004		公路工程质量检验评定标准(机电工程)	26.00
53	JTG/T F81-01—2004		公路工程基桩动测技术规程	17.00
54	JTG/T F83-01—2004		高速公路护栏安全性能评价标准	15.00
55	JTG F10—2006		公路路基施工技术规范	40.00
56	JTG F71—2006		公路交通安全设施施工技术规范	20.00
57	监理		JTG G10—2006	公路工程施工监理规范
58	养护管理	JTJ 075—94	公路养护质量检查评定标准	2.60
59		JTJ 073—96	公路养护技术规范	26.00
60		JTJ 073.1—2001	公路水泥混凝土路面养护技术规范	12.00
61		JTJ 073.2—2001	公路沥青路面养护技术规范	13.00
62		JTG H12—2003	公路隧道养护技术规范	26.00
63		JTG H11—2004	公路桥涵养护规范	30.00
64		JTG H30—2004	公路养护安全作业规程	36.00
65	技术指南	中建标公路[2002]1号	公路沥青玛蹄脂碎石路面技术指南	16.00
66		交公便字[2005]330号	公路机电系统维护技术指南	30.00
67		交公便字[2005]329号	公路冲击碾压应用技术指南	15.00
68		交公便字[2005]329号	微表处和稀浆封层技术指南	18.00
69		交公便字[2006]02号	公路工程水泥混凝土外加剂与掺合料应用技术指南	50.00
70		交公便字[2006]02号	公路工程抗冻设计与施工技术指南	26.00
71		交公便字[2006]02号	公路土钉支护技术指南	22.00
72		交公便字[2006]243号	盐渍土地区公路设计与施工指南	20.00
73		交公便字[2006]274号	公路钢箱梁桥面铺装设计与施工技术指南	25.00
74		厅公路字[2006]418号	公路安全保障工程实施技术指南	40.00
75			横张预应力混凝土桥梁设计施工指南	15.00

注:JTG——公路工程行业标准体系;JTJ——仍在执行的公路工程行业原标准体系;JTG/T——公路工程行业推荐性标准体系。

人民交通出版社标准与规范图书编辑部

邮编:100011

电话:010-85285922

E-mail:bz@ccpress.com.cn