

ICS 号
中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CHTS XXXX-XXXX
代替的团体标准编号

聚氨酯路面设计与施工技术指南

Technical Guidelines for Design and Construction of Polyurethane

Pavement

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

团体标准

聚氨酯路面设计与施工技术指南

Technical Guidelines for Design and Construction of Polyurethane
Pavement

T/CHTS XXXXX-20XX

主编单位：交通运输部公路科学研究所

发布单位：中国公路学会

实施日期：××××年××月××日

×××××× (出版单位)

中国公路学会关于发布《聚氨酯路面设计与 施工技术指南》的

公告

×××× (文号)

现发布中国公路学会标准《聚氨酯路面设计与施工技术指南》(T/CHTS ××××××—××××××), 自××××××年××月××日起实施。

《聚氨酯路面设计与施工技术指南》(T/CHTS ××××××—××××××) 的版权和解释权归中国公路学会所有, 并委托主编单位交通运输部公路科学研究所负责日常解释和管理工作。

中国公路学会

××××××年××月××日

前 言

本指南在总结聚氨酯路面原材料、混合料设计、施工等方面大量研究和试验工作基础上，结合在山东、四川、北京等地铺筑聚氨酯路面的实践成果编制。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》(T/CHTS 10001)编写，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、混合料设计、施工、施工质量控制及附录。

本标准由交通运输部公路科学研究所提出，受中国公路学会委托，由交通运输部公路科学研究所负责具体解释工作。本指南实施过程中，请将发现的问题和意见、建议反馈至交通运输部公路科学研究所（主编单位）（地址：北京市海淀区西土城路8号；联系电话：010-62079162；电子邮箱：×××××，供修订时参考。

主编单位：交通运输部公路科学研究所

参编单位：万华化学集团股份有限公司、北京城建集团有限责任公司、中国中铁上海工程局有限公司、山西晋北高速公路养护有限公司、北京城建华晟交通建设有限公司、万华晟达（山东）交通科技有限公司、中航路通实业有限公司、烟台业达建工有限公司

主要起草人：徐剑、王杰、常金波、黄岐善、段劲松、张文生、王鹏、张汉之、缪宝吉、孙伟良、李笑男、黄克湖、王福祥、刘春华、李鹏飞、常嵘、王苏娣、李文瑞、宋鹏、李哲、梁建波、朱四营、马庆、耿爽、曾蔚、郑义、周鑫宇、黄伟、冯国利

主要审查人：×××、×××、×××

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	2
3 基本规定	4
3.1 一般要求	4
3.2 适用场景	4
4 材料	5
4.1 聚氨酯胶粘剂	5
4.2 集料	5
4.3 填料	6
5 混合料设计	7
5.1 一般规定	7
5.2 聚氨酯混合料性能	7
5.3 矿料级配设计	8
5.4 确定最佳胶石比	8
6 施工	11
6.1 一般规定	11
6.2 施工准备	11
6.3 试验段铺筑	11
6.4 拌和	12
6.5 运输	12
6.6 摊铺	13
6.7 碾压	13
6.8 接缝处理	14
6.9 养生及开放交通时间	14
7 施工质量控制	15
7.1 一般规定	15

7.2 质量管理与检查	15
7.3 施工后质量检测	16
附录 A 黏度试验方法	18
附录 B 表干时间与实干时间试验方法	20
附录 C 拉伸强度与断裂伸长率试验方法	22
附录 D 马歇尔试件膨胀性测试方法	24
用词用语说明	26

中国公路学会标准征求意见稿

1 总则

1.0.1 为适应公路交通行业对绿色低碳高性能路面技术的需要,规范和指导聚氨酯路面工程设计和施工水平,保障工程质量,制定本指南。

1.0.2 本指南适用于各等级公路和城镇道路的新建、改扩建及维修养护工程。

1.0.3 聚氨酯路面设计与施工应积极稳妥地推广使用经试验和实践证明有效的技术方案。

1.0.4 聚氨酯路面设计与施工,除应符合本指南的规定外,尚应符合有关法律、法规及国家、行业现行标准的规定。

中国公路学会标准征求意见稿

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 聚氨酯胶粘剂 polyurethane adhesive

由多异氰酸酯与多元醇化学反应后分子链含有重复氨基甲酸酯特征结构的高分子聚合物材料。

2.1.2 聚氨酯混合料 polyurethane mixture

由聚氨酯胶粘剂与一定级配的矿料经拌和形成的一种聚合物混合料。

2.1.3 胶石比 ratio of polyurethane to aggregate

聚氨酯混合料中聚氨酯胶粘剂与矿料质量比的百分数。

2.1.4 断裂伸长率 elongation at rupture

固化成型的聚氨酯胶粘剂制成规定尺寸试件，试件在特定温度下受外力拉伸直至断裂时，拉伸后的伸长长度与拉伸前长度的比值，用百分数表示。

2.1.5 拉伸强度 elongation strength

固化成型的聚氨酯胶粘剂制成规定尺寸试件，试件在特定温度下受外力拉伸直至断裂所受的最大拉伸应力。

2.1.6 表干时间 surface dry time

聚氨酯胶粘剂制成规定尺寸试件后置于特定环境下养生，从试件养生开始直至用手指触摸试件表面刚好不粘手指所需的时间。

2.1.7 实干时间 dry time

聚氨酯胶粘剂制成规定尺寸试件后置于特定环境下养生，从试件养生开始直至试件底层及膜内均不粘手指所需的时间。

2.1.8 施工容留时间 tolerance time range

聚氨酯混合料自拌和起至不可压实的施工时间范围。

2.2 符号

PU —— 聚氨酯胶粘剂 polyurethane adhesive;

PUM —— 聚氨酯混合料 polyurethane mixtures。

中国公路学会标准征求意见稿

3 基本规定

3.1 一般要求

3.1.1 应根据公路等级或城镇道路类型、路面使用性能要求、气候条件、交通情况等，结合工程实践经验，通过技术经济分析选定聚氨酯路面设计和施工方案。

3.1.2 聚氨酯路面施工应有施工组织设计，并保证合理的施工工期。

3.1.3 聚氨酯路面施工期的气温宜高于 10℃，不得低于 5℃，严禁在下雨、下雪气候条件下施工。

3.1.4 聚氨酯混合料配合比设计原则上应按目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证三阶段进行。

3.1.5 聚氨酯路面应加强聚氨酯混合料与相邻结构层的层间黏结，保证路面结构的整体强度。

3.2 适用场景

3.2.1 聚氨酯路面适用于道路、桥梁、隧道路面对使用性能要求较高的新建、改扩建及维修保养工程。

3.2.2 聚氨酯路面适用场景主要包括：

1 高速公路及一级公路的重载路段、纵坡路段、匝道、出入口、服务区、桥面铺装等。

2 城市快速路及主干路的公交专用车道、平面交叉口、重载路段、纵坡路段、匝道、出入口、桥面铺装等。

3 交通枢纽、港口及物流园区等。

4 材料

4.1 聚氨酯胶粘剂

4.1.1 聚氨酯胶粘剂应存放在干燥、清洁的场所，避免暴晒，储存环境温度宜控制在15°C~40°C。

4.1.2 聚氨酯胶粘剂呈浅黄色，其颜色可根据工程需要调制。

4.1.3 聚氨酯胶粘剂技术要求应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 聚氨酯胶粘剂技术要求

项 目	单 位	技术要求	试验方法
密度 (23°C)	g/cm ³	实测值	GB/T 4472
黏度 (23°C)	mPa·s	600~1800	附录 A
表干时间 (23°C, 70% RH)	min	120~360	附录 B
实干时间 (23°C, 70% RH)	min	720~2880	附录 B
热固性 (300°C)	-	不溶化	GB/T 30598
吸水率 (23°C), 不大于	%	0.3	GB/T 1034
拉伸强度 (23°C), 不小于	MPa	18	附录 C
断裂伸长率 (23°C), 不小于	%	200	附录 C

4.2 集料

4.2.1 聚氨酯混合料用粗集料应坚硬、洁净、干燥、无风化，其技术要求应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 粗集料技术要求

项 目	单 位	技术要求		试验方法
		表面层	其他层位	
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
表观相对密度, 不小于	—	2.60	2.50	T 0304
吸水率, 不大于	%	2.0	3.0	T 0304
坚固性, 不大于	%	12	12	T 0314
针片状颗粒含量 (混合料), 不大于	%	15	18	T 0312
其中粒径大于 9.5mm, 不大于	%	12	15	

其中粒径小于 9.5mm, 不大于	%	18	20	
水洗法<0.075mm 颗粒含量, 不大于	%	1	1	T 0310
软石含量, 不大于	%	3	5	T 0320
磨光值 (PSV), 不小于	%	42	—	T 0321

4.2.2 聚氨酯混合料用细集料应洁净、干燥、无杂质和其他有害物质, 其技术要求应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 细集料技术要求

项 目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度, 不小于	—	2.50	T 0328
坚固性 (>0.3mm 部分), 不小于	%	12	T 0340
含泥量 (小于 0.075mm 的含量), 不大于	%	3	T 0333
砂当量, 不小于	%	60	T 0334
亚甲蓝值, 不大于	g/kg	2.5	T 0349

4.3 填料

4.3.1 聚氨酯混合料用填料宜采用憎水性石料磨细的矿粉, 矿粉应干燥、洁净、无杂质。

4.3.2 聚氨酯混合料用矿粉技术要求应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 矿粉技术要求

项 目	单位	技术要求	试验方法
表观密度, 不小于	t/m ³	2.50	T 0352
含水量, 不大于	%	0.5	T 0103 烘干法
粒度范围	<0.6mm	%	100
	<0.15mm	%	90~100
	<0.075mm	%	75~100
外观	—	无团粒结块	—
亲水系数, 不大于	—	1	T 0353
塑性指数, 不大于	%	4	T 0354
加热安定性	—	实测记录	T 0355

5 混合料设计

5.1 一般规定

5.1.1 应根据公路等级、气候条件、交通特点等因素，充分借鉴当地成功经验进行聚氨酯混合料配合比设计。

5.1.2 聚氨酯混合料配合比设计宜采用马歇尔试验方法。

5.1.3 聚氨酯混合料配合比设计应分为目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段。

5.1.4 聚氨酯混合料目标配合比设计宜按图 5.1.1 的步骤进行。



图 5.1.1 聚氨酯混合料目标配合比设计流程

5.2 聚氨酯混合料性能

5.2.1 聚氨酯混合料性能应满足表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 聚氨酯混合料性能技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
动稳定度 (70℃)	次/mm	≥12000	JTG E20 T 0719
残留冻融劈裂强度	MPa	≥1.2	JTG E20 T 0729

低温弯曲破坏应变	$\mu\epsilon$	≥ 5000	JTG E20 T 0715
渗水系数	mL/min	≤ 80	JTG E20 T 0730

5.3 矿料级配设计

5.3.1 聚氨酯混合料矿料级配可采用 PC-16、PC-13 和 PC-10 等类型。

5.3.2 聚氨酯混合料矿料级配范围宜符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 聚氨酯混合料矿料级配范围

类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分比 (%)										
	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
PC-16	100	90~100	76~92	60~80	34~62	20~48	13~36	9~26	7~18	5~14	4~8
PC-13	—	100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
PC-10	—	—	100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8

5.3.3 聚氨酯混合料矿料级配应按下列步骤确定：

- 1 宜按表 5.3.1 的矿料级配范围，优选 3 组粗细不同的配合比；
- 2 绘制级配曲线，级配曲线应平滑，不宜出现锯齿形交错；
- 3 级配曲线宜在级配范围的上方、中值及下方，且在 0.3~0.6mm 范围内不出现“驼峰”。

5.4 确定最佳胶石比

5.4.1 根据上节确定的矿料级配，以经验估计的胶石比 (a) 为中值，用 a-0.6、a-0.3、a、a+0.3、a+0.6 胶石比分别进行马歇尔试验，其试件制备应按下列步骤进行：

- 1 将粗集料和细集料置于 105°C 烘箱中，烘干不少于 3h 并冷却至 30°C 备用。冷却后集料的残余含水率不宜高于 0.1%。
- 2 按照设计配合比称取冷却至 30°C 的粗集料和细集料，并与聚氨酯胶粘剂在拌和锅中拌和 90s，再加入矿粉再拌和 90s。
- 3 拌制完成的聚氨酯混合料，采用马歇尔击实法成型试样。
- 4 将成型的试件连同试模一起侧放在温度 25°C \pm 2°C、相对湿度 70%RH \pm 5%RH 恒温恒湿箱中养生 24h \pm 1h 后，在温度 70°C \pm 2°C、相对湿度 80%RH \pm 5%RH 再养生 72h \pm 1h。
- 5 将试件连同试模取出，侧放于地面上，并在室温下冷却 12h 后脱模。
- 6 可根据聚氨酯胶粘剂黏度适当提升成型温度或放置一段时间 (30°C 下不超过 3h)，

以改善聚氨酯混合料的成型效果。

条文说明：

经试验测试，集料充分烘干，按所上述件养生后，聚氨酯可以完全固化。可根据聚氨酯胶粘剂黏度大小适当提升拌和、成型温度，养生时间以改善聚氨酯混合料的成型效果

5.4.2 根据马歇尔试验结果，以胶石比为横坐标，以马歇尔试验的各项指标为纵坐标，绘制胶石比曲线，如图 5.4.1 所示。

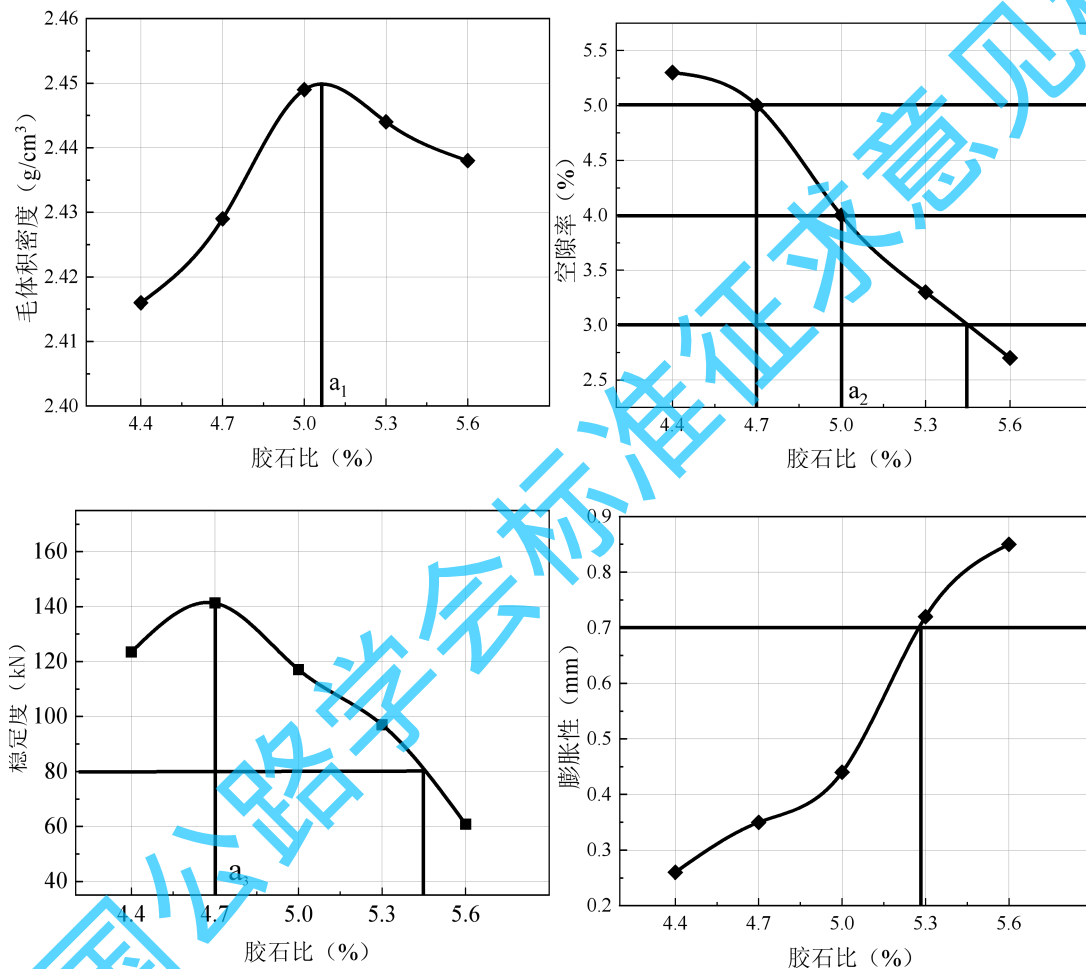


图 5.4.1 马歇尔试验结果 (示例)

5.4.3 胶石比的选择宜涵盖设计空隙率全部范围，否则扩大聚氨酯用量范围重新试验。

5.4.4 根据图 5.4.1 试验曲线，最佳胶石比 OAC 按下列方法确定：

1 以图 5.4.1 中毛体积密度峰值的胶石比 (a_1)、目标空隙率 (或中值) 的胶石比 (a_2)、稳定度最大值的胶石比 (a_3) 的平均值作为 OAC₁。

2 当密度或稳定度没有出现峰值时，可直接以目标空隙率对应的 a_2 作为 OAC₁。

3 以稳定度、空隙率、膨胀性符合要求的聚氨酯用量范围绘制图 5.4.2，并确定聚氨酯胶粘剂用量范围 $OPC_{min} \sim OPC_{max}$ ，取其中值为 OPC_2 。

4 取 OAC_1 和 OAC_2 的中值作为 OAC 。

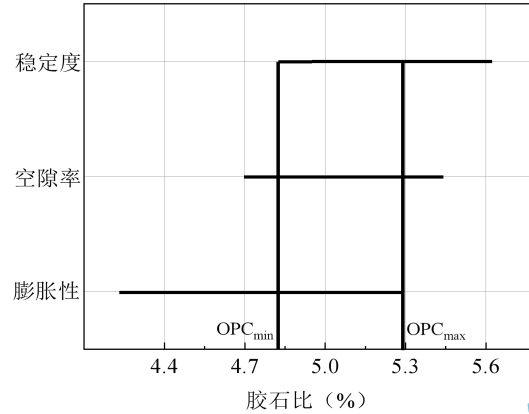


图 5.4.2 聚氨酯用量范围

5.4.5 确定以 OAC 为胶石比的聚氨酯混合料各项指标是否均符合表 5.4.1 规定的技术要求。

表 5.4.1 聚氨酯混合料马歇尔配合比设计技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件尺寸	mm	$\phi 101.6 \times 63.5$	T 0702
马歇尔试件击实次数	—	双面击实 75 次	T 0702
空隙率 VV	%	3.0~5.0	T 0705
马歇尔稳定度	kN	≥ 80	T 0709
马歇尔试件膨胀性	mm	≤ 3.0	附录 D

5.4.6 采用确定的矿料级配和最佳胶石比制作试件，进行高温抗车辙试验、冻融劈裂试验、低温弯曲试验、渗水系数试验，试验结果应符合表 5.2.1 的要求。当试验结果不符合要求时，应重新进行配合比设计。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 聚氨酯路面施工、养生期内的气温宜高于 10°C，不得低于 5°C，且不得在雨雪天气施工。

6.1.2 聚氨酯混合料施工前应保证下承层整洁、无杂物、无污染、无积水。

6.1.3 聚氨酯胶粘剂仓库及施工现场应设置防水、防火设施，严禁烟火。

6.2 施工准备

6.2.1 聚氨酯路面施工前应编制施工组织方案。

6.2.2 聚氨酯胶粘剂应置于干燥阴凉处，密封保存。

6.2.3 集料在使用前应提前 2-3d 进行烘干处理，烘干后集料含水率应小于 0.1%，烘干后集料应放置在遮雨棚内，待放凉后（温度不高于 80°C）使用。

条文说明：

聚氨酯混合料强度形成过程与沥青混合料有很大差异，聚氨酯混合料强度形成依靠聚氨酯胶粘剂中的异氰酸酯基团与水（水汽）固化反应，是一种化学反应过程。聚氨酯混合料所采用的石料含水率过高，其会与聚氨酯胶粘剂直接发生反应，大大加快反应进程，使得聚氨酯混合料可施工时间大大减小，可能造成聚氨酯混合料运至现场出现固化结块情况，严重影响聚氨酯混合料施工和易性及后期路用性能。

6.2.4 各类施工机具应运转正常，聚氨酯胶粘剂等相关计量系统应完成标定。

6.2.5 人工构造物、路缘石等外露部分应作防污染遮盖。

6.2.6 施工前应做好交通组织、安全施工等准备工作。

6.3 试验段铺筑

6.3.1 聚氨酯路面正式施工前应选择合适的路段铺筑试验段，试验段的面积宜为 500~1000m²。

6.3.2 试验段实施应由有关各方共同参加，及时商定有关事项，明确试验结论。

6.3.3 通过聚氨酯路面试验段铺筑应完成下列内容：

- 1 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配。
- 2 验证混合料配合比设计，提出正式施工时的配合比参数。
- 3 通过试拌确定拌和机的上料速度、聚氨酯胶粘剂计量、拌和时间、拌和温度等。
- 4 通过试铺确定摊铺温度、摊铺速度、松铺系数、接缝方式等。
- 5 通过试铺确定压路机的碾压组合、碾压顺序、碾压温度、碾压速度及遍数等碾压工艺。
- 6 验证聚氨酯混合料在施工容留时间内是否能完成碾压成型。

条文说明：

聚氨酯混合料与沥青混合料类似，同样存在施工时间约束。沥青混合料受其黏温特性影响，需要在特定温度以上完成压实，在温度保证的前提下，沥青黏度基本不变，可持久保持施工和易性。但聚氨酯混合料通过化学强度形成反应，化学反应进程难以控制，因此需严格控制施工容留时间内开始路面压实。

- 7 补充完善施工组织设计。

6.3.4 试验段施工结束后，承包人应就各项试验内容提交完整的试验段总结报告。如果试验段检测结果存在不合格情况，应进行相应调整，重新铺试验段，检测合格后方可施工。

6.4 拌和

6.4.1 聚氨酯混合料可采用沥青混合料拌和设备进行拌制，宜单独设立聚氨酯胶粘剂计量添加装置。

6.4.2 聚氨酯混合料拌和周期不宜小于 45 秒，其中湿拌时间不宜小于 40s。拌和完成的聚氨酯混合料应均匀一致、无花白料、无结团成块现象。

6.4.3 施工当天温度较低，为保证施工和易性可适当提升拌和温度，拌和出料温度不宜超过 80℃。

6.4.4 拌和生产结束后，应立即采用干拌矿料的方式对拌缸进行清理。

6.4.5 聚氨酯胶粘剂输送管道在使用后如长期停用，应及时用清洗剂进行清洗。

6.5 运输

6.5.1 聚氨酯混合料运输前应规划好行驶路线，精细控制运输时间。运输过程中沿途安排运

输保障巡逻车，实时通报路况，确保运输路线畅通，按规定时间运输至施工现场。

6.5.2 聚氨酯混合料运料车每次使用前后必须清扫干净，保持车厢板干燥，在车厢板上涂隔离剂。

6.5.3 聚氨酯混合料从拌和机向运料车上装料时，应多次挪动运料车位置，减少聚氨酯混合料离析。

6.5.4 聚氨酯混合料运输时宜采用干燥的苫布覆盖防雨、防污染。

6.5.5 车厢内壁应保持洁净，卸车后残留物应及时清除。

6.5.6 运料车在卸料前应如发现聚氨酯混合料出现固化结块、失去光泽等现象，应暂停卸料摊铺，待评估后再作取舍。

6.6 摊铺

6.6.1 聚氨酯混合料摊铺速度宜为 1.5~3m/min，且速度保持均匀，不得随意改变。施工过程中摊铺机前方宜至少有 2 台运料车处于待卸料状态。

6.6.2 聚氨酯混合料摊铺应连续，搅笼后挡板应安排专人清理黏附的混合料，防止混合料停留时间过长而固化。

6.6.3 特殊原因造成摊铺机停机时间超过 2 小时以上，应组织摊铺机抬板清理，并设置横接缝。

6.6.4 合理组织拌和、运输及摊铺施工，预留足够的施工可碾压时间。

6.7 碾压

6.7.1 碾压机具组合及参数应根据试验路段确定，并根据气候变化进行适时调整。

6.7.2 聚氨酯混合料碾压宜分为初压、复压及终压，碾压过程宜符合下列要求：

- 1 初压宜采用 12~14t 双钢轮压路机碾压 1~2 遍，碾压速度宜控制在 2~4km/h。
- 2 复压宜采用 26t 以上胶轮压路机碾压 2~3 遍，碾压速度控制在 3~5km/h。
- 3 终压宜采用 12t 以上双钢轮压路机碾压 1~2 遍，碾压速度控制在 3~6km/h。

6.7.3 聚氨酯路面在平直路段碾压时宜从外侧向中心碾压，在超高路段则由低向高碾压。

6.7.4 碾压段落长度宜控制在 50m~80m 之间，从初压开始到终压完成时间一般不超过 20min。

6.7.5 为防止粘轮，碾压轮可少量喷水，喷水量保证保湿不粘轮即可。

6.7.6 压路机不得在未碾压成型的混合料及刚碾压成型的聚氨酯混合料上转向、掉头或停留。

6.8 接缝处理

6.8.1 纵向接缝宜在施工前用小型铣刨机去除松散部分并将接缝清理干净，接缝处涂刷 SBS 改性沥青。

6.8.2 横向接缝宜采用路面切割机去除端部平整度不符合要求的部分，并将接缝部位清理干净，在接缝处涂刷聚氨酯胶粘剂。

6.8.3 新旧混合料搭接宜采用平接缝，接缝处碾压宜由已压实路面向新铺层过渡，每次错缝 150mm 左右，直至压路机全部碾压到新铺路面。

6.9 养生及开放交通时间

6.9.1 聚氨酯混合料碾压结束后一般应养生 3~5 天，养生期间车辆禁止通行，有快速开放交通需求时，采用特殊工艺并经试验验证后，可适当缩减养生时间。

6.9.2 养护时间宜根据混合料成型强度确定，人员可通行的聚氨酯混合料马歇尔稳定度不宜小于 20kN，车辆可通行的聚氨酯混合料马歇尔稳定度不宜小于 50kN。

7 施工质量控制

7.1 一般规定

7.1.1 各种材料都应在施工前以“批”为单位进行检查，不符合设计要求的材料不应进场。

7.1.2 施工前应对拌和站、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、传感器计量精度等进行检查、标定。

7.1.3 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格等，应如实记录和保存。

7.2 质量管理与检查

7.2.1 施工过程中原材料检查项目、频率和技术要求应符合表 7.2.1。

表 7.2.1 施工过程中质量控制要求

材料	检查项目	检查频率
粗集料	外观（石料品种、含泥量等）	随时
	含水量	随时
	针片状颗粒含量	随时
	颗粒组成（筛分）	随时
	压碎值	必要时
	磨光值	必要时
	洛杉矶磨耗值	必要时
细集料	颗粒组成（筛分）	随时
	含水量	随时
	砂当量	必要时
矿粉	外观	随时
	含水量	随时
	<0.075mm 颗粒含量	必要时
聚氨酯胶粘剂	表干时间	每 2~3 天 1 次
	拉伸强度	每 2~3 天 1 次
	断裂伸长率	每 2~3 天 1 次
	黏度	每 2~3 天 1 次

7.2.2 聚氨酯路面施工过程的材料控制要求应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 聚氨酯路面施工过程材料质量控制要求

项目	检查频度	技术要求或允许偏差	试验方法
混合料外观	随时	观察级配均匀性、离析、胶石比、色泽、有无花白料等各种现象	目测

矿料级配 (筛孔)	0.075mm	每台拌和机每天 1~2 次	±2%	T 0735 燃烧筛分与标准级配比较的差
	≤2.36mm		±3%	
	≥4.75mm		±4%	
胶石比	每台拌和机每天 1~2 次	±0.3%	燃烧法 T 0735	
马歇尔试验	每台拌和机每天 1~2 次	符合设计要求	T 0702、T 0706、T 0709	
水稳定性试验	必要时	符合设计要求	T 0709、T 0729	
低温抗裂性能试验	必要时	符合设计要求	T 0715	

7.2.3 聚氨酯路面施工过程质量控制要求应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 聚氨酯路面施工过程质量控制要求

项 目	检验频率	质量要求或允许偏差	检验方法
外观	随时	表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推挤等缺陷，无明显离析	目测
接缝	随时	紧密平整、顺直、无跳车	目测
	逐条缝检测	3mm	T 0931
厚度	总厚度	每 2000m ² 一点	设计值的-5%
	上面层	每 2000m ² 一点	设计值的-10%
压实度	每 2000m ² 检查 1 组	实验室标准密度的 97% 最大理论密度的 93%	T 0924
平整度 (标准差)	上面层	全线连续测定	1.2mm
	下面层	全线连续测定	1.5mm
宽度	有侧石	50m 一个断面	±20mm
	无侧石	50m 一个断面	不小于设计宽度
纵断面高程	50m 一个断面	±10mm	T 0911
横坡度	50m 一个断面	±0.3%	T 0911

7.3 施工后质量检测

7.3.1 聚氨酯路面施工后质量检测要求应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 聚氨酯路面施工后质量检测要求

渗水系数	每 1km 不少于 5 点	300mL/min	T 0971
------	---------------	-----------	--------

弯沉	每车道 20m 一点	符合设计要求	T 0951
构造深度	每 1km 不少于 5 点	符合设计要求	T 0961、T 0962
摩擦系数摆值	每 1km 不少于 5 点	符合设计要求	T 0964
横向力系数	全线连续测定	符合设计要求	T 0965

中国公路学会标准征求意见稿

附录 A 黏度试验方法

A.1 器具与材料

A.1.1 布洛克菲尔德黏度计：具有直接显示黏度、扭矩、剪切应力、剪变率、转速和试验温度等项目的功能。

A.1.2 烘箱：有自动温度控制器，控温的准确度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

A.1.3 其他仪器和材料：标准温度计：分度值 0.1°C 、秒表。

A.2 试验步骤

A.2.1 试验按照下列步骤进行：

1 试样分装在不小于 500ml 的干燥盛样容器中并密封（试样不少于容器体积 2/3），根据试验温度置于烘箱中静置保温 1.0~2.0h。

2 仪器在安装时必须调至水平，使用前应检查仪器的水准器气泡是否对中。开启黏度计温度控制器电源，设定温度控制系统至要求的试验温度。此系统的控温准确度应在使用前严格标定。

3 根据估计的试样黏度，按仪器说明书规定的不同型号的转子所适用的速率和黏度范围，选择适宜的转子。

4 将转子与盛样筒一起置于试验温度的烘箱中保温 1.0h。当试验温度较低时，可将盛样筒试样适当放冷至稍低于试验温度后再放入烘箱中保温。

5 取出盛样容器观察确保试样均匀无杂质、无气泡后，按转子型号所要求的试样体积，根据试样的密度换算成质量，向黏度计盛样筒中缓慢添加试样，加入试样后的液面应符合不同型号转子的规定要求，试样体积应与系统标定时的标准体积一致。

6 取出转子按照黏度计屏幕提示进行开机校准，并设置好试验转子型号。将盛样筒安装在黏度计上，使用镊子、尖头钳等工具旋转盛样筒直至底部卡住。降低黏度计使转子插进盛样筒的试样液面中，至规定的高度，拧紧升降支架开关。

7 使试样在恒温容器中保温，达到试验所需的平衡温度（5~10min）。

8 按仪器说明书的要求选择转子速率。开动布洛克菲尔德黏度计，观察读数，扭矩读数应在 10%~98% 范围内。在整个测量黏度过程中，不应改变设定的转速。仪器在测定前是否需要归零，可按操作说明书规定进行。

9 观测黏度变化，当小数点后面 2 位读数稳定后，每隔 60s 读数一次，连续读数 3 次，以 3 次读数的平均值作为测定值。如果在试验温度下的扭矩读数不在 10%~98%的范围内，必须更换转子或降低转子转速后重新试验。

10 测定完毕，及时将转子与盛样筒从仪器上拆下并清洗。

A.3 数据处理

A.3.1 同一种试样至少平行试验两次，两次测定结果符合重复性试验允许误差要求时以平均值作为测定值。重复性试验的允许误差为平均值的3.5%，再现性试验的允许误差为平均值的14.5%。

中国公路学会标准征求意见稿

附录 B 表干时间与实干时间试验方法

B.1 器具与材料

B.1.1 恒温恒湿箱：温度控制范围不小于10~80℃，精度±1℃，相对湿度控制范围不小于30~95% RH，精度±3%RH。

B.1.2 烘箱：有自动温度控制器，控温的准确度为±1℃。

B.1.3 其他器具与材料：涂膜器：精度±0.002mm、玻璃板：钢化玻璃尺寸不小于350mm×350mm，厚度不小于3mm、秒表等。

B.2 试验步骤

B.2.1 表干时间试验按照下列步骤进行：

1 使用无水乙醇擦拭玻璃板和涂膜器，然后将玻璃板和涂膜器及密封保存的胶粘剂放置于试验温度烘箱保温 1.0~2.0h。

2 将玻璃板放置于水平试验台，然后将适量聚氨酯胶粘剂（30~80g）缓慢倒在玻璃板上，并使用涂膜器将聚氨酯胶粘剂涂布均匀，湿膜涂布厚度为 1.0mm±0.1mm。

3 将涂布均匀的聚氨酯胶粘剂试样放置于恒温恒湿箱中养生（温度 23℃、相对湿度 70%RH），试样在恒温恒湿箱应保持水平。

4 试验开始后每次观察开启恒温恒湿箱时间不超过 10s。观察前用无水乙醇擦拭手指，在距试件边缘不小于 10mm 范围内用手指轻触涂膜表面，若无聚氨酯胶粘剂粘附在手指上即为表干。记录试件养生开始到结束的时间即为表干时间。

B.2.2 实干时间试验按照下列步骤进行：

1 按照表干时间试验步骤制备试件，并将试件置于恒温恒湿箱中养生。

2 观察试件实干情况采用刀片在距试件边缘不小于 10mm 范围内切割涂膜，且每次切割涂膜位置间距不小于 10mm，若底层及涂膜内均无粘附手指现象，则为实干。记录时间养生开始到结束的时间即为实干时间（如已知表干时间可在表干时间后开始观察试件）。

B.3 数据处理

B.3.1 平行试验 3 次，3 次试验结果偏差应不超过时间的 15%，以 3 次结果的平均值作为最终结果。表干时间和实干时间数值修约方法如下：

- 1 时间少于 30min 时，精确至 3min；
- 2 时间在 30min 至 1h 之间时，精确至 5min；
- 3 时间在 1h 至 3h 之间时，精确至 10min；
- 4 时间超过 3h 时，精确至 0.5h。

中国公路学会标准征求意见稿

附录 C 拉伸强度与断裂伸长率试验方法

C.1 器具与材料

C.1.1 拉伸试验机：配有温控试验箱，温度控制范围10~70℃，测量值在量程15~85%之间，示值精度不低于1%，伸长范围大于500mm。

C.1.2 恒温恒湿箱：温度控制范围不小于10~80℃，精度±1℃，相对湿度控制范围不小于30~95%RH，精度±3%RH。

C.1.3 烘箱：有自动温度控制器，控温的准确度为±1℃。

C.1.4 厚度计：接触面直径6mm，单位面积压力0.02MPa，分度值0.01mm。

C.1.5 其他器具与材料：玻璃板：钢化玻璃板尺寸不小于350mm×350mm，厚度不小于3mm、涂膜器：精度±0.002mm、不锈钢环框：不锈钢环框呈回字形，环框外边框尺寸与玻璃板一致，环框宽度（回字形内外边距离）20~30mm，不锈钢环框厚度2~3mm、裁刀：符合国标GB/T 528规定的哑铃状I型裁刀。

C.2 试验步骤

C.2.1 试验按照下列步骤进行：

1 使用无水乙醇擦拭玻璃板、涂膜器及不锈钢环框，随后将不锈钢环框放置在玻璃板上并用弓形夹固定，然后将玻璃板和涂膜器及密封保存的聚氨酯胶粘剂放置于50℃的烘箱保温1.0~2.0h。

2 将玻璃板放置于水平试验台，然后将聚氨酯胶粘剂缓慢倒在玻璃板上，并使用涂膜器将聚氨酯胶粘剂涂布均匀。

3 将玻璃板连同聚氨酯胶粘剂转移至恒温恒湿箱（温度30℃、相对湿度40%RH）中水平放置并养生24h，然后将恒温恒湿箱温度调至70℃，湿度调至相对湿度80%RH并养生24h。

4 将固化成型的聚氨酯胶粘剂涂膜从玻璃板上缓慢剥离，成型聚氨酯胶粘剂干膜厚度0.5mm±0.1mm。

5 采用哑铃状I型裁刀裁切聚氨酯胶粘剂涂膜，聚氨酯胶粘剂拉伸试件个数不少于5个。

6 采用直尺在试件上划好两条间距25mm的平行标线，并用厚度计测出试件标线中间和两端三点的厚度，取其算术平均值作为试样厚度，然后将试件置于烘箱（试验温度）中保温不少于1h。

7 将拉伸试验机温控箱调至试验温度并稳定不少于0.5h，随后从烘箱取出试样装在拉伸试验机夹具之间，夹具间标距为70mm，然后在温控箱保温10min后，以500mm/min拉伸速度拉伸试件至断裂，

记录试件断裂时的最大荷载，并量取此时试件标线间距离(L)，精确至 0.1mm，测试 5 个试件，若有试件断裂在标线外，其结果无效。

C.3 结果计算

C.3.1 拉伸强度按式(C.1)计算:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

P ——拉伸强度，单位为兆帕 (MPa);

F ——试件最大荷载，单位为牛 (N);

A ——试件断面面积，单位为平方毫米 (mm²)。

$$A = b \times d \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

b ——试件工作部分宽度，单位为毫米 (mm);

d ——试件实测厚度，单位为毫米 (mm)。

C.3.2 断裂伸长率按式(C.3)计算:

$$L = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

L ——试件断裂时的伸长率，单位为%;

L_1 ——试件断裂时标线间的距离，单位为毫米 (mm);

L_0 ——拉伸前标线间的距离 25，单位为毫米 (mm)。

C.4 数据处理

C.4.1 拉伸强度和断裂伸长率取5个试件的算术平均值作为试验结果，若试验数据与平均值的偏差超过15%，则剔除该数据，以剩余的至少3个试件的平均值作为试验结果，拉伸强度结果精确至0.01MPa，断裂伸长率试验结果精确至1%。

附录 D 马歇尔试件膨胀性测试方法

D.1 器具与材料

D.1.1 游标卡尺：测量范围为0~200mm，分辨率0.02mm，误差 $\leq\pm 0.03\text{mm}$ 。

D.2 试验步骤

D.2.1 试验按照下列步骤进行：

1 按照5.4.2方法成型马歇尔试件。

2 完成成型养生前的马歇尔试件按照图D.2（a）测试马歇尔试件高度 H 。

3 将试样连同试模一起侧放在温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $70\%\text{RH}\pm 5\%\text{RH}$ 恒温恒湿箱中养生 $24\text{h}\pm 1\text{h}$ ，然后再将恒温恒湿箱调至温度 $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $80\%\text{RH}\pm 5\%\text{RH}$ 再养生 $72\text{h}\pm 1\text{h}$ 。

4 取出试件冷却至室温，然后按照图D.1（b）测试养生后的马歇尔试件高度 H^* 。

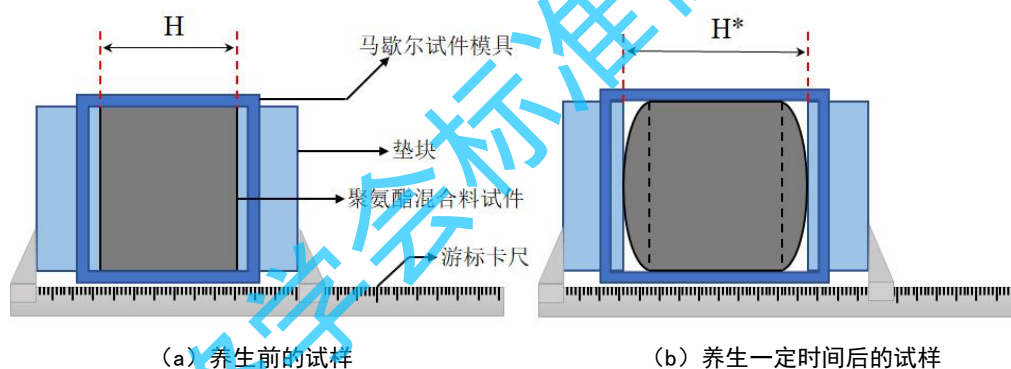


图 D.2 聚氨酯混合料试样高度的测试方法示意

D.3 结果计算

D.3.1 试件的膨胀高度 ΔH 按照公式（D.1）计算：

$$\Delta H = H^* - H \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

ΔH ——马歇尔试件膨胀高度，单位为毫米（mm）；

H^* ——马歇尔试件养生后试件高度，单位为毫米（mm）；

H ——马歇尔试件养生前试件高度，单位为毫米（mm）。

D.4 数据处理

D.4.1 平行试验3次，3次试验结果与平均值之差不超过的0.3mm，以3次结果的平均值作为最终结果（结果精确值小数点后两位）。

中国公路学会标准征求意见稿

用词用语说明

1 本指南执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 当引用的标准为国家标准或行业标准时，表述为“应符合《×××××》(×××)的有关规定”。

2) 当引用本指南中的其他规定时，表述为“应符合本指南第×章的有关规定”“应符合本本指南第×.×节的有关规定”“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行”。

中国公路学会标准征求意见稿