

TJG

天津市公路工程建设地方标准

TJG F42-2020

高模量沥青路面施工技术规范

Technical Specifications for Construction of High-modulus Asphalt Pavement

2020-09-20 发布

2020-11-01 实施

天津市交通运输委员会发布

天津市公路工程地方标准

高模量沥青路面施工技术规范

Technical Specifications for Construction of High-modulus
Asphalt Pavement

TJG F42-2020

主编单位：天津市交通科学研究院

参编单位：天津市公路事业发展服务中心

天津市公路工程设计研究院

天津市路驰建设工程监理有限公司

天津市公路工程总公司

天津天合建岭路桥工程科技有限公司

河北伦特化工集团有限公司

中交一公局集团有限公司

中交一公局第六工程有限公司

中交第二公路工程局有限公司

河北冀通路桥建设有限公司

批准部门：天津市交通运输委员会

实施日期：2020 年 11 月 1 日

天津市交通运输委员会

2020 • 天津

前 言

根据天津市交通运输标准化技术委员会《关于下达 2019 年天津市公路工程建设标准制修订工作任务计划（第一批）的通知》要求，由天津市交通科学研究院主持《高模量沥青路面施工技术规范》制定工作。

本规范依托我市高模量沥青路面技术研究成果，充分吸收借鉴了其他先进省份高模量技术工程应用成功经验，通过室内试验和工程化验证，提出了基于 GTM 方法的高模量沥青混合料设计体系及相应的施工质量控制措施，对进一步规范我市高模量沥青路面施工，保证工程质量，具有一定的指导意义。

本规范由 6 个章节构成，分别是：1 总则；2 术语及符号；3 材料；4 混合料组成设计；5 施工工艺；6 施工质量控制。

本规范由天津市交通运输委员会负责管理，天津市交通科学研究院负责具体技术内容的解释。请各单位在本规范执行过程中，总结实践经验、积累资料，及时将相关意见和建议反馈给天津市交通科学研究院（地址：天津市河西区平山道 39 号，邮政编码：300074，电话：022-23351120，E-mail：lizhengzhonglzz@163.com），以便修订时参考。

主编单位：天津市交通科学研究院

参编单位：天津市公路事业发展服务中心、天津市公路工程设计研究院、天津市路驰建设工程监理有限公司、天津市公路工程总公司、天津天合建岭路桥工程科技有限公司、河北伦特化工集团有限公司、中交一公局集团有限公司、中交一公局第六工程有限公司、中交第二公路工程局有限公司、河北冀通路桥建设有限公司

主要起草人员：李正中、张亮、韩先瑞、纪姗、张朝清、王伟广、李海骢、

陈明、敖岩、刘伟杰、郑建岭、柳宁、刘飞、谢守东、
刘静礼、张俊峰、高敏、李宏伟、魏帆、李清华、王巍、
王婷、张小东、任保国、苏怡然、刘贵喜、潘峰、王新亮、
朱士良、张珺、刘好、逢远正、李勇攀、戴放军、高俊义、
高新明、冯国华、李猛、郭丽丽、周国永、巩一帆、王永健

主要审查人员：曹诚、訾建峰、高翔、曾伟、肖庆一

目 录

1 总则	- 1 -
2 术语及符号	- 2 -
2.1 术语	- 2 -
2.2 符号	- 2 -
3 材料	- 3 -
3.1 一般规定	- 3 -
3.2 沥青	- 3 -
3.3 粗集料	- 3 -
3.4 细集料	- 3 -
3.5 填料	- 4 -
3.6 高模量添加剂	- 4 -
4 混合料组成设计	- 5 -
4.1 一般规定	- 5 -
4.2 目标配合比设计	- 5 -
4.3 生产配合比设计	- 8 -
4.4 生产配合比验证	- 8 -
5 施工工艺	- 9 -
5.1 施工准备	- 9 -
5.2 混合料拌和	- 9 -
5.3 混合料运输	- 11 -
5.4 混合料摊铺	- 11 -
5.5 混合料碾压	- 13 -
5.6 接缝处理	- 14 -
5.7 路面取芯管理	- 15 -
6 施工质量控制	- 16 -
6.1 一般规定	- 16 -
6.2 施工前的材料与设备检查	- 16 -
6.3 施工过程中的质量检查	- 16 -
附录 本规范用词说明	- 18 -
附件 高模量沥青路面施工技术规范	- 19 -

1 总则

1.0.1 为指导和规范高模量沥青路面材料设计及工程应用，提升沥青路面技术水平，保证工程质量，结合我市实际制定本规范。

1.0.2 本规范适用于我市各等级新建和改建公路高模量沥青路面的材料设计、施工及质量控制。

1.0.3 高模量沥青路面通常用于道路工程中下面层，由设计单位根据路面结构力学分析结果优化确定。

1.0.4 高模量沥青路面不得在气温低于 15℃时，以及雨天或下承层潮湿的情况下施工。如不满足施工气温条件，可适当添加温拌剂，确保压实质量。

1.0.5 高模量沥青路面材料设计及施工除应符合本规范要求外，尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

2 术语及符号

2.1 术语

2.1.1 贝雷法 Bailey method

由美国伊利诺伊州交通部 Robert D.Bailey 提出的一种确定沥青混合料级配的方法,旨在使设计级配形成稳定的骨架结构,同时达到密实的效果,从而提高沥青混合料的抗车辙性能和耐久性。

2.1.2 平衡状态 Equilibrium State

采用 GTM 进行混合料试验时,成型垂直压力与试件内部抗力达到平衡时的状态,定义为每旋转 100 次试件密度变化率为 0.016 g/cm^3 时的状态。

2.1.3 旋转稳定指数 Gyratory Stability Index

旋转稳定指数是指采用 GTM 进行沥青混合料试验过程中,最大角应变与最小角应变的比值,表征材料是否出现塑性。

2.1.4 抗剪强度因子 Gyratory Shear Factor

抗剪强度因子是指采用 GTM 进行沥青混合料试验到平衡状态时, GTM 设备测定的混合料剪切强度与理论剪应力的比值。

2.1.5 沥青混合料动态模量 Dynamic modulus of asphalt mixture

特定试验温度和正弦加载模式下,沥青混合料应力和恢复应变峰值之比的绝对值,以 MPa 计。

2.2 符号

GTM: 美国工程兵旋转压实剪切实验机,用于沥青混合料配合比设计, Gyratory Testing Machine 之略语。

GSI: 旋转稳定指数, Gyratory Stability Index 之略语。

GSF: 抗剪强度因子, Gyratory Shear Factor 之略语。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.1 集料选择应经过认真的料源调查，料源选择应保证一定的规模和稳定，质量符合使用要求。

3.1.2 不同料源、品种、规格的集料不得混杂堆放，应严格控制材料的变异性。堆放集料成品的场地应进行硬化并保证排水顺畅，细集料应采取严格的防雨措施。

3.1.3 各种原材料运至施工现场后应取样进行质量检验，经检测评定合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

3.2 沥青

3.2.1 采用高模量添加剂时，沥青宜采用 70 号 A 级道路石油沥青，质量应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）要求。

3.2.2 使用过程中应加大检测频率，确保各批次沥青关键技术指标的稳定性，避免波动过大。

3.3 粗集料

3.3.1 粗集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、表面粗糙的碎石。

3.3.2 粗集应采用反击式破碎机，并按照规定的除尘、整形加工工艺进行轧制，严格控制细长扁平颗粒含量和含泥量。

3.3.3 粗集料规格、质量应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关要求。

3.3.4 未掺加抗剥落剂之前，粗集料与沥青的粘附性应不小于 4 级。

3.4 细集料

3.4.1 细集料应采用坚硬、清洁、干燥、无风化、无杂质并有适当级配的 0~2.36mm 机制砂，机制砂制备必须采用石灰岩碎石磨制，不得使用石料破碎过程中表面剥落的石屑代替或磨制机制砂。

3.4.2 机制砂规格、质量应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)相关要求。

3.5 填料

3.5.1 填料应采用石灰岩等碱性石料经磨细得到的矿粉。矿粉必须干燥、清洁，质量应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)要求。

3.5.2 拌和机回收粉尘应全部废弃，不得代替矿粉拌制沥青混合料。

3.6 高模量添加剂

3.6.1 高模量添加剂技术指标应符合表 3-1 要求。

3.6.2 高模量添加剂包装方式应根据拌和过程中的添加方式进行选择，应存放在室内或有棚盖的地方，使用过程中应避免受潮。

表3-1 高模量添加剂技术指标要求

项目	单位	技术要求	试验方法
熔体流动速度 (170℃)	g/10min	≥ 1	GB/T 3682
密度	g/cm ³	0.92~0.98	GB/T 1033
软化点	℃	≤ 140	GB/T 1633
颗粒直径	mm	3~5	——

4 混合料组成设计

4.1 一般规定

4.1.1 混合料组成设计时所选用的原材料应具有代表性，原材料选定后不得更改，如原材料有变化，应重新进行混合料组成设计。

4.1.2 混合料组成设计分为目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，最终确定沥青混合料的材料品种及配比、矿料级配、最佳沥青用量。

4.1.3 高模量沥青混合料的目标配合比设计应采用 GTM 方法，并提供相应的马歇尔设计指标。生产配合比设计可采用马歇尔方法，宜补充 GTM 试验进行验证。

4.1.4 高模量添加剂掺量以占矿料总质量的百分比表示，具体掺量根据性能试验结果进行确定。

4.2 目标配合比设计

4.2.1 目标配合比设计流程应参照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关要求，主要包括材料选择、矿料合成级配设计、最佳沥青用量设计、性能验证、高模量添加剂掺量优化或确认等内容。

4.2.2 矿料合成级配可参照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关要求，选用粗型密级配沥青混合料（AC-C 型），宜适当减少公称最大粒径附近的粗集料用量，减少 0.6mm 以下部分细粉的用量，使中等粒径集料较多，形成 S 型级配曲线，并取中等或偏高水平的设计空隙率。鼓励采用贝雷法对矿料合成级配进行优化设计，提升矿料合成级配的嵌挤性。

4.2.3 最佳沥青用量采用 GTM 方法设计时，GTM 试验用垂直压力宜选定 0.7~0.8MPa、旋转角度宜设置为 1.4°，选择极限平衡状态作为试件成型控制条件。高模量沥青混合料技术要求应满足表 4-1 规定，并具有良好的施工性能。其中，马歇尔稳定度、流值试验用试件为 GTM 成型试件切割而成。

表4-1 高模量沥青混合料GTM试验技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
GSI	——	≤ 1.05	T 0737-2011
GSF	——	≥ 1.35	T 0737-2011
空隙率	%	2.0~3.0	T 0705-2011
马歇尔稳定度	kN	≥ 10	T0709-2011
流值	mm	1.5~4	T0709-2011

4.2.4 高模量混合料室内成型参数为：将配好加热至 180~185℃的集料放入拌和锅，然后加入预定掺量的高模量添加剂，干拌 60s；将加热至 160~165℃的沥青加入拌和锅，湿拌 90s；再加入矿粉拌和 90s，总拌和时间共计 4min。混合料装模温度为 165~170℃，成型温度为 160~165℃。

4.2.5 GTM 试验步骤如下：

1) 选定矿料合成级配及设计压强后，准备 GTM 成型试验，试模尺寸应不小于混合料公称最大粒径的 4 倍。

2) 参照工程经验或产品使用说明，选定高模量添加剂的使用掺量，并在此基础上选择 4~5 组沥青用量，根据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)相关规定进行 GTM 试验，沥青用量间隔通常采用 0.3%。

3) 分别测定不同沥青用量下混合料的旋转稳定指数 GSI、抗剪强度因子 GSF，测定其相应的毛体积相对密度，并依次计算其空隙率 VV、矿料空隙率 VMA、沥青饱和度 VFA 等体积参数。其中，空隙率 VV、矿料空隙率 VMA、沥青饱和度 VFA 根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)相关公式计算。最大理论相对密度计算时，需考虑高模量添加剂的存在，计算公式如式 4-1 所示：

$$\gamma_{ti} = \frac{100 + P_{ai} + P_h}{\frac{100}{\gamma_{se}} + \frac{P_{ai}}{\gamma_b} + \frac{P_h}{\gamma_h}} \quad (\text{式 4-1})$$

式中： γ_{ti} ：混合料最大理论相对密度，无量纲；

P_{ai} ：油石比，%；

P_h ：高模量添加剂掺量，以占矿料总质量的百分比表示，%；

γ_{sc} : 合成矿料有效相对密度, 无量纲, 采用沥青浸渍法实测;

γ_b : 沥青的相对密度 (25℃/25℃), 无量纲;

γ_h : 高模量添加剂的相对密度 (25℃/25℃)。

4) 将 GTM 试件切割为标准马歇尔试件, 分别测定其稳定度、流值。试件尺寸及马歇尔稳定度试验要求应符合《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) 相关规定。

5) 根据 GTM 试验结果, 分别绘制毛体积相对密度、旋转稳定指数 GSI、抗剪强度因子 GSF 随沥青用量的关系曲线。

6) 以旋转稳定指数 GSI、抗剪强度因子 GSF 为主要判据, 结合工程所在地气候特点、公路渠化交通特点等, 综合确定其最佳沥青用量。不符合要求的沥青混合料应重新进行配合比设计或更换材料再次设计。

7) 分别在最佳沥青用量下成型 GTM 试件、马歇尔试件, 报告相应的马歇尔试验结果及技术指标, 并提供 GTM 试件与马歇尔试件的毛体积相对密度比值, 供生产配合比设计及现场压实控制参考。

4.2.6 性能检验

1) 在选定高模量添加剂掺量下, 根据目标配合比设计结果成型试件, 按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) 对高模量沥青混合料的高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性以及动态模量进行性能验证, 其中, 水稳定性优先采用冻融劈裂强度比作为评价指标。

2) 高模量混合料技术性能应满足表 4-2 要求, 不符合要求的沥青混合料, 应适当增加高模量添加剂掺量。

表4-2 高模量混合料技术指标要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
动稳定度 (60℃、0.7Mpa)	次/mm	≥ 5000	T 0719-2011
残留稳定度	%	≥ 90	T0709-2011
冻融劈裂强度比	%	≥ 85	T 0729-2000
弯曲应变 (-10℃、50mm/min)	$\mu\epsilon$	≥ 2000	T 0715-2011
动态模量 (15℃、10Hz)	MPa	≥ 14000	T 0738-2011

4.3 生产配合比设计

4.3.1 生产配合比应根据目标配合比结果进行设计。

4.3.2 对同一拌和站多台拌和机，如果使用相同品种的矿料及沥青，可使用同一目标配合比，但每台拌和机应独立进行生产配合比设计。

4.3.3 生产配合比设计用材料必须与目标配合比一致，矿料合成级配应尽量靠近目标设计级配。

4.3.4 生产配合比设计应按以下步骤进行：

1) 应根据高模量沥青混合料类型选择适宜的筛孔尺寸，调整振动筛的安装角度，按照目标配合比设定冷料比例，并经标定得出集料供料曲线，确保热料仓用量平衡。

2) 应按规定方法从二次筛分后的热料仓取样，测试各热料仓的集料级配组成，并根据目标配合比确定的矿料合成级配曲线，调整并确定各热料仓用料比例。

3) 取目标配合比设计确定的最佳沥青用量及 $\pm 0.3\%$ 等3个油石比下成型试件，通过室内试验确定生产配合比的最佳沥青用量，由此确定的最佳沥青用量与目标配合比设计结果相差不宜大于 $\pm 0.2\%$ 。

4.4 生产配合比验证

4.4.1 根据生产配合比进行试拌并铺筑试验段，采用试拌生产的混合料进行 GTM 或马歇尔试验，并对试验段铺筑效果进行性能检验，由此确定生产用的标准配合比，作为生产控制依据和质量检验标准。宜对试拌生产的高模量混合料，再次检验其高温稳定性及动态模量。

4.4.2 经设计确定的标准配合比在施工过程中不得随意变更。生产过程中应加强跟踪检测，严格控制进场材料的质量，经检测沥青混合料的矿料级配、技术指标不符合要求时，应及时调整配合比，使混合料的质量符合要求并保持相对稳定，必要时重新进行配合比设计。

4.4.3 配合比验证采用马歇尔方法成型试件时，应将马歇尔试件密度乘以目标配合比报告所提供的密度比值，做为施工压实控制用标准密度。

5 施工工艺

5.1 施工准备

5.1.1 路面摊铺前应对下承层彻底清扫，清扫时宜采用人工和空压机相结合，要求清扫干净彻底。同时，应根据现行质量验收标准对下承层进行复验，强度、平整度等指标必须满足规范要求。

5.1.2 在清扫干净的下承层上按要求洒布透层油、粘层油或施做封层，预先准备好下承层长度，应至少能够满足一天的路面施工，并做好交通管制，严禁二次污染。

5.1.3 路面施工必须配备齐全的拌和、运输、摊铺、压实等施工机械设备和配件，做好开工前的保养、调试和试机，尽量避免在施工期间发生有碍施工进度和质量的故障。

5.1.4 正式施工前应先铺筑试验段，试验段宜选在正线直线段，长度为200m左右。试验段应分为试拌、试铺两个阶段。通过试拌确定拌和楼生产参数并验证混合料配合比设计。通过试铺确定机械设备配置要求以及运输、摊铺、碾压施工工艺，明确各阶段施工质量控制要点，检验施工组织及管理体系等。

5.1.5 试验段铺筑应适当增加检测频率。试验段铺筑合格后，施工单位应及时提出试验段总结报告，由监理工程师审查同意后方可正式开工。

5.1.6 试验段总结报告经批准后，混合料级配及油石比、机械设备及工艺参数不得随意改变，因特殊原因需要调整时，应重新进行混合料组成设计和试验段验证，并报经监理单位审批。

5.2 混合料拌和

5.2.1 拌和楼应在计量、联动、操作等方面，确保生产质量符合设计要求；每小时产量宜控制在其设计能力60%~80%之间。

5.2.2 各冷料仓之间应加高隔板，拌和过程中应随时观察冷料仓有无窜料、缺料现象；装载机应从底部垂直装料，装料应尽量均匀。

5.2.3 高模量添加剂宜采用专用机械自动加入。人工加入时，要配备足够的人员，换班操作，确保添加剂连续、稳定、准确添加。

5.2.4 拌和机的各种传感器必须定期标定，周期不少于每年一次。冷料供料装置应经标定得出集料供料曲线。

5.2.5 拌和楼振动筛应符合混合料生产要求，筛孔尺寸应与拌制混合料类型相匹配，至少应采用 4 个筛子，最大筛孔宜应略大于混合料的公称最大粒径，通常包括 3~4mm、6~7 mm、11 mm 等，宜在 11 mm 筛网与最大筛网之间增加 1 层筛网。筛网不得有破损或变形，其安装角度应根据材料的可筛分性、振动能力等由试验确定。

5.2.6 拌和楼必须具备逐盘打印功能，拌和过程中能逐盘采集并打印各传感器测定的材料用量和混合料拌和量、拌和温度等参数；每个台班结束后，应按照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关要求，对混合料生产质量及铺筑厚度进行总量检验，存在异常波动时应立即停止生产，分析原因。

5.2.7 应严格掌握沥青和集料的加热温度以及混合料出厂温度；每天开始 3~5 盘集料，应适当提高加热温度并干拌废弃，再正式加入沥青拌和混合料；高模量混合料各阶段施工温度必须符合表 5-1 要求。

表5-1 高模量沥青混合料各阶段施工温度（℃）

施工工序	温度控制要求
普通沥青加热温度	160~170
集料加热温度	180~190
混合料出厂温度	175~185， 超过 195 废弃
混合料运输到现场温度	不低于 170
摊铺温度	不低于 165
初压温度	不低于 160
碾压终了表面温度	不低于 100
开放交通温度	不高于 50

5.2.8 高模量混合料通常拌和时间不宜少于 60s，高模量添加剂应与粗集料放料同时进行，应密切注意粗集料投放与高模量添加剂投放的信号协调，

防止错过投放时间，确保高模量添加剂与骨料有 15s~20s 干拌时间；湿拌时间以沥青均匀裹覆矿料为度，控制在 30s~40s。

5.2.9 拌和楼开盘前和结束后，两次在各热料仓取料并进行筛分试验，验证当天的实际生产级配曲线是否满足配合比设计级配范围要求；如发现相差较大，应加密筛分频率，以实际筛分数据为准，适当调整热料仓比例，直到满足目标配合比设计级配范围要求。

5.3 混合料运输

5.3.1 根据作业规模，配备足够数量的大吨位自卸汽车，运量应较拌和能力和摊铺速度有所富余，保证连续摊铺。

5.3.2 应采用数字显示插入式热电偶温度计检测混合料出厂温度和到达现场温度。运料车侧面中部宜设温度检测孔，孔口距车箱底面约 30cm，温度计插入深度要大于 15cm。

5.3.3 运输车辆车厢底板和侧板应清洁、光滑，并涂上隔离剂且箱底不得有积液。

5.3.4 拌和楼放料时应尽量缩小混合料的落距，且每卸一斗混合料应挪动一下汽车位置，按照前、后、中装料，并设专人负责，以减少粗细集料离析。

5.3.5 运料车要采用篷布或棉被等进行苫盖，卸料过程中应继续覆盖直到卸料结束后取走篷布。

5.3.6 运料车在运输过程中，应匀速、慢行，速度一般控制在 30~40km/h。

5.3.7 运料车卸料时应分两次起斗，并与摊铺机配合好，尽量不要将混合料洒落在下承层上，如有撒落要及时清除。运料车应在摊铺机前 10~30cm 处停住，卸料过程中应挂空挡，靠摊铺机推动前进。

5.3.8 已经离析或硬结成不能压碎的硬壳、团块或卸料时残留于运料车上的混合料，以及低于规定摊铺温度的混合料都应废弃。

5.4 混合料摊铺

5.4.1 摊铺前要对每车混合料进行检验，温度不满足要求或有花白料等

不合格的材料应退回废弃；已结块或遭雨淋的混合料也应废弃。

5.4.2 摊铺机前必须有 5 辆以上运料车等候才可摊铺，连续摊铺过程中，禁止摊铺机等运料车；摊铺机受料前，应在受料斗表面薄涂少量的油水混合物，以防止混合料粘附，但不得有积液。

5.4.3 宜采用两台以上摊铺机成梯队作业，两台摊铺机前后错开 5~8m，相邻两幅之间应有 3~5cm 的重叠宽度，上下层搭接位置宜错开 20cm 以上。高模量沥青混合料应尽可能缩短相邻两台摊铺机的距离，单台摊铺机铺筑宽度不宜超过 6m（双车道）~7.5m（3 车道以上），也可采用经试验段铺筑证明可靠的全断面摊铺技术。

5.4.4 摊铺速度应根据拌和楼产量、施工机械配套情况及摊铺厚度、摊铺宽度，宜按 2~4m / min 予以调整选择，做到缓慢、均匀、不间断摊铺；摊铺过程中不得随意变换速度，避免中途停顿，影响施工质量。如不能连续摊铺时，摊铺机应将剩余的混合料铺完，抬起熨平板，随时做好施工缝，避免出现冷接缝、结硬的现象。

5.4.5 摊铺机应调整到最佳工作状态，调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；摊铺机螺旋分料器应连续运转，调整分料器的速度使出料连续而缓慢，且使两侧混合料均衡；螺旋布料器内混合料表面以略高于螺旋布料器 2 / 3 为度，使熨平板挡板前混合料的高度在全宽范围内保持一致，避免摊铺层出现离析现象。

5.4.6 摊铺过程中应随时检测松铺厚度是否符合规定，及时调整。铺筑过程中，两台摊铺机应调整好熨平板的振捣或夯锤压实装置，初始压实度应大于 85%，且两台摊铺机应具有尽可能一致的初始压实度；熨平板初始仰角要仔细调整，且提前 0.5~1h 预热至不低于 110℃；熨平板必须拼接紧密，不许存有缝隙，防止卡入粒料将铺面拉出条痕。

5.4.7 摊铺机应采用自动找平方式，下面层摊铺采用双侧架设基准钢丝的高程控制方式，基准钢丝支承间距应为 5m，钢丝张拉力要大于 800kN，保证基准钢丝绕度在 2mm 以下，同时，挂线高程测量要准确，避免量线失

误或桩位移动；中面层摊铺采用非接触式平衡梁控制方式，在确保厚度和压实度的情况下，提高平整度。

5.4.8 摊铺混合料未压实前，施工人员不得进入踩踏，通常不允许人工整修。局部离析时，可在现场工长指导下，允许用人工找补或更换混合料，缺陷较严重时应予铲除，并调整摊铺机或改进摊铺工艺。

5.4.9 要注意摊铺机接料斗操作程序，减少粗细料离析。

5.4.10 对外形不规则、厚度不同、空间受限制等摊铺机无法工作的区域，经监理工程师批准可采用人工摊铺，宜优先使用小型摊铺机。

5.5.11 用汽油清洗摊铺机时，应用油盘承接清洗下来的废油，避免滴漏在路面上。如有轻微滴漏，应马上用棉丝将废油擦净；如已侵蚀路面，应挖除后补料用小型机具夯实。

5.5 混合料碾压

5.5.1 压实成型的沥青路面应符合压实度及平整度的要求。

5.5.2 应选择合理的压路机组合方式及碾压工艺，高模量沥青路面应采用双钢轮振动压路机、大吨位轮胎压路机。水泥混凝土桥面铺装时，宜采用振荡压路机。

5.5.3 应配置足够数量的压路机以满足工程量大小、路面宽度、路面厚度、工期等要求。通常情况下，高模量沥青路面每双车道作业面应配备不少于 2 台 30 吨以上的轮胎压路机和 4 台 12 吨以上的双钢轮振动压路机。施工气温低、大风等特殊施工条件下，压路机数量宜适当增加。

5.5.4 应遵循“高温、紧跟、慢压”原则，在混合料不产生推移、开裂等情况下尽可能在高温下碾压，不得等候，不得在低温下反复碾压。

5.5.5 高模量沥青路面建议碾压工艺为：两台 30 吨以上的轮胎压路机各占半幅紧跟摊铺机碾压，两台 12 吨以上的双钢轮压路机紧跟（建议距离小于 4m）胶轮压路机同步碾压，前进后退均采用高频低幅振压，即双钢轮压路机与胶轮压路机同时前进及后退，共碾压 6~8 遍，最后由两台 12t 以上的双钢轮压路机终压，以消除轮迹及调整平整度。

5.5.6 碾压应专人负责，并在开工前对司机进行交底；压路机每天应在

正式开工前，做好加油、加水、维修、调试等准备工作，严禁压路机在新铺沥青路面上停车、加油、加水。

5.5.7 碾压速度及碾压段长度应与摊铺速度相平衡，并保持大体稳定。碾压段长度应尽可能缩短，以保证在较高温度下完成碾压；压路机每次由两端折回的位置应呈阶梯形随摊铺向前推进，禁止折回位置处于同一横断面；为避免混合料推挤拥包，碾压时应将驱动轮朝向摊铺机，从外侧向中心碾压，在超高路段则由低向高碾压，在坡道上应将驱动轮从低处向高处碾压。

5.5.8 碾压过程中，压路机起车、停车要缓慢，不得在热混合料上急停或掉头，在成型路面上转向错车时必须关闭振动装置；碾压过程中为避免粘轮，可向双钢轮压路机碾压轮间歇式喷洒少量水，喷水量以不粘轮为原则；轮胎压路机应及时涂刷油水混合物。

5.5.9 在当天碾压尚未冷却的成型路面上，不得停放压路机或其他车辆，并防止散落矿料、油料和杂物等。

5.5.10 压实完成 12h 后，方允许施工车辆通行。

5.6 接缝处理

5.6.1 沥青路面施工必须接缝紧密、连接平顺，不得产生明显的接缝离析。上下层的纵缝应错开 15cm（热接缝）或 30~40cm（冷接缝）以上。相邻两幅及上下层的横向接缝均应错位 1m 以上。接缝施工应用 3m 直尺检查，确保平整度符合要求。

5.6.2 纵向施工缝。当采用两台摊铺机梯队摊铺产生的纵向接缝，应采用斜接缝。如果两台摊铺机相隔距离较长，先摊铺层应留下 10~20cm 宽暂不碾压作为后续摊铺的高程基准面，并有 5~10cm 左右的摊铺层重叠，最后以热接缝形式跨接缝碾压以消缝迹。如果两台摊铺机相隔距离较短，也可做一次碾压。上下层纵缝应错开 15cm 以上，且尽量避开车道轮迹带。

5.6.3 横向施工缝应全部采用平接缝，宜趁尚未冷透时用凿岩机或人工垂直刨除端部层厚不足的部分，使工作缝成直角连接。

5.6.4 接缝时应准备孔径为 9.5mm 的筛子，筛细混合料以备找平。

5.7 路面取芯管理

5.7.1 路面取芯时应在钻头周围垫足海绵块，减少取芯时产生的浆液对沥青路面的污染；取芯结束后，应对取芯部位周围的沥青路面进行冲洗。

5.7.2 应及时对取芯孔回填处理，回填材料建议采用同级配沥青混合料；回填时应提前对取芯孔孔壁涂刷改性乳化沥青，采用手动击实仪分层夯实。

6 施工质量控制

6.1 一般规定

6.1.1 应加强施工过程质量控制，实行动态质量管理。根据全面质量管理要求，应建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序质量进行检查评定，满足质量标准且确保施工质量的稳定性。

6.1.2 所有与工程施工有关的原始记录、试验检测及计算数据、表格等，必须如实记录和保存。对已经采取措施返工和补救的项目，可在原记录上注明，但不得销毁。

6.2 施工前的材料与设备检查

6.2.1 施工前必须检查各种材料的来源和质量。各种材料在施工前应按照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关要求，以“批”为单位进行检查。材料取样数量及要求按照现行试验规程相关规定进行。

6.2.2 施工前应对拌和楼、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、传感器计量精度等进行检查。

6.2.3 正式开工前，各种原材料的试验结果，以及目标配合比设计、生产配合比设计结果，应经正式认可后方可使用。

6.3 施工过程中的质量检查

6.3.1 施工过程中应根据《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关要求，加强对原材料、拌和生产、实体工程的动态质量管控。

6.3.2 高模量沥青混合料施工过程中的质量检查频率及要求应符合表 6-1 规定。

6.3.3 高模量沥青路面施工过程中必须随时对铺筑质量进行检查，质量检查的内容、频率、允许偏差应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关要求。压实度宜满足 GTM 成型试件密度 97%以上。

表6-1 高模量沥青混合料施工过程质量检查频度和要求

项目		检查频度	质量要求或 允许偏差	试验方法
混合料外观		随时	观察混合料均匀性、 油石比、色泽、有无 花白料、油团等现象	目测
施工 温度	沥青、集料 加热温度	逐盘检测评定	符合表 5.2.7 规定	逐盘在线检测
	出厂温度	每车料一次		温度计测定
	运至现场温度	每车料一次		温度计测定
	初压温度	每车料一次		温度计测定
矿料 级配 (筛孔)	0.075mm	逐盘在线检测	$\pm 2\%$	计算机采集数据 计算
	$\leq 2.36\text{mm}$		$\pm 4\%$	
	$\geq 4.75\text{mm}$		$\pm 5\%$	
	0.075mm	逐盘检查 每天汇总 1 次 取平均值评定	$\pm 1\%$	按总量检验
	$\leq 2.36\text{mm}$		$\pm 2\%$	
	$\geq 4.75\text{mm}$		$\pm 2\%$	
	0.075mm	每台拌和机 每天 1~2 次 取平均值评定	$\pm 2\%$	拌和站取样, 抽提筛 分试验确定
	$\leq 2.36\text{mm}$		$\pm 3\%$	
	$\geq 4.75\text{mm}$		$\pm 4\%$	
沥青用量 (油石比)		逐盘在线监测	$\pm 0.3\%$	计算机采集数据 计算
		逐盘检查 每天汇总 1 次 取平均值评定	$\pm 0.1\%$	按总量检验
		每台拌和机 每天 1~2 次 取平均值评定	$\pm 0.2\%$	拌和楼取样, 抽提筛 分试验确定
车辙试验		双车道每 3 公里 抽检 1 次	符合表 4.2.6 规定	拌和楼或摊铺机后 取样, T 0719-2011
冻融劈裂强度试验		双车道每 3 公里 抽检 1 次		拌和楼或摊铺机后 取样, T 0729-2000
动态模量试验		双车道每 10 公里 抽检 1 次		拌和楼或摊铺机后 取样, T 0738-2011
低温弯曲试验		必要时		拌和楼或摊铺机后 取样, T 0715-2011

附录 本规范用词说明

为了准确地掌握规范条文，对执行规范严格程度的用词规定如下：

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2 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”。

3 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”。

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

高模量沥青路面施工技术规范

条文说明

1 总则

1.0.1 高模量技术能够提升沥青路面的结构承载能力及抗车辙性能，延长路面维修养护周期，已成为长寿命路面的主要技术路径，具有显著的推广应用价值。鉴于高模量沥青路面在材料组成设计、施工质量控制等方面与传统沥青路面有所不同，有必要制定相应的材料设计及施工技术规范，用以指导和规范高模量沥青路面施工应用。

1.0.2 目前，高模量技术实现路径主要有硬质沥青、复合改性沥青、外掺添加剂等 3 种方案。其中，外掺添加剂技术采用直投式改性，施工应用方便，外加剂易于储藏且掺加剂量可控，基本不改变混合料拌和生产及路面施工工艺，还能省去改性沥青生产设备以及加工过程中的能耗和排放问题，因此，优选外掺高模量添加剂作为首选技术方案，技术可靠、使用方便、技术经济性更好。

室内研究和实践应用表明，沥青混合料的弹性模量是影响路面永久变形的关键参数，提高混合料模量能够减少相同车辆荷载作用下沥青路面产生的塑性变形，从而增强混合料的高温抗车辙能力，并延长其疲劳寿命，是解决重载交通环境以及高温气候条件下沥青路面车辙病害的有效途径。因此，高模量沥青路面尤其适用于重载交通、长大纵坡、夏季高温持续时间长、行车速度慢等承受行车荷载剪应力大的路段。

1.0.3 行车荷载作用下，沥青路面承受的剪应力沿路面深度呈现先增大后减小的趋势，通常在 7~10cm 处达到峰值，导致中下面层最易产生永久变形，因此，在中下面层采用高模量混合料能够更好地发挥材料的高模量优势，提升技术应用效益。由于沥青路面剪应力受结构层厚度、交通荷载、面层材料模量等因素的综合影响，建议在实际应用过程中，应通过路面结构力学分析进行优化确定。

2 术语及符号

2.1 术语

2.1.1 贝雷法是一种系统的级配组成方法，其主体思想是以形成的集料骨架作为混合料的承重主体，使设计的混合料能够提供较高的抗车辙性能，同时通过调整粗细集料比例，获得合适的矿料间隙率，以保证设计混合料具有良好的耐久性。

2.1.5 沥青混合料是粘弹性材料，在不同温度和加荷方式下，其所受的应力与其产生的应变之间并非线性关系，因此，准确描述沥青混合料的动态模量，需要限定其试验温度和加载频率等试验参数。

3 材料

3.1 一般规定

原材料是保证沥青混合料质量的最基本条件，直接影响沥青混合料的级配设计及技术性能。原材料的稳定性也是影响沥青混合料性能与质量控制的重要因素，施工过程中必须保证原材料关键指标的稳定性，尽量减少变异性。

3.3 粗集料

3.3.2 粗集料的加工工艺对其颗粒形状有显著影响。反击式破碎机通过装在转子上的反击板锤击石料并使石料和反击架碰撞进行破碎，得到的粗集料颗粒形状好，针片状颗粒含量低。

3.4 细集料

3.4.1 机制砂和石屑是有本质区别的。机制砂是由制砂机生产的细集料，粗糙、洁净、棱角性好，应推广应用。石屑是石料破碎过程中表面剥落或撞下的棱角、细粉，粉尘含量多、强度偏低、扁片含量较大。为提升高模量混合料的施工和易性及可压实性，应采用机制砂取代石屑。

3.5 高模量添加剂

3.5.1 高模量添加剂由多种高分子材料、聚合物纤维及其他专用添加剂等材料组成，其技术机理为：高模量添加剂在拌和过程中熔化形成粘流状态，并被均匀分散于混合料中，期间，通过化学改性作用吸附了沥青中的部分轻质油分，提高了沥青的粘度；通过浸润作用包裹在矿料颗粒表面，强化了矿料与沥青之间的界面粘结强度；冷却后，部分成分以较小的颗粒状、片状或丝状等形式存在，又通过机械嵌挤、加筋约束等作用增强了合成矿料空间结构的稳定性，从而实现了混合料动态模量的综合提升。

3.5.2 高模量添加剂以直投干拌方式直接加入混合料。小规模应用时，拌和现场可采用人工投放，添加剂应采用小剂量袋式分装，便于投放和计

量。大规模应用时，拌和现场应按照自动化添加设备，添加剂可采用散装形式。

4 混合料组成设计

4.1 一般规定

4.1.2 沥青混合料组成设计应严格遵循目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证的基本程序。目标配合比设计采用工程实际使用的具有代表性的原材料，经各项原材料检验合格后，优化设计合成级配并试验确定相应的最佳沥青用量，供拌和楼确定各冷料仓的供料比例、进料速度及试拌使用。生产配合比设计是在特定拌和楼及拌和参数下，对矿料合成级配和最佳沥青用量进行验证，主要包括热料仓配合比例确定、最佳沥青用量确定、压实标准密度确定等部分。生产配合比验证是通过试拌试铺，对室内生产配合比设计结果进行验证，并结合施工环境、机械配置及技术水平，确定最终施工采用的标准配合比。

4.1.3 目前，沥青混合料配合比设计方法主要有马歇尔法、Superpave 法、GTM 法。其中，马歇尔法是国内现行规范提出的标准设计方法，该方法重视矿料合成级配的设计，以空隙率、矿料间隙率、沥青饱和度等体积指标作为最佳沥青用量的确定依据，但锤击成型方式与现场碾压工况不符且与交通量无内在联系，使得设计过程具有较大的盲目性。Superpave 法考虑了气候环境和交通量，建立了以使用性能为基础的沥青 PG 分级评价方法，在级配设计方面提出了“控制点”和“限制区”概念，但是缺乏完善的理论依据和经验依据，且目前常用的设计水平仅计算体积参数，缺乏对混合料力学指标的测定或推算。GTM 法基于力学原理设计，以防止最终塑性过大作为设计目标，其试验设备将旋转压实、力学剪切、车辆荷载模拟整合为一体，可以较为真实地模拟实际路面材料的受力状况，并预测混合料在行车荷载作用下所能达到的最终压实状态，通过测试推算试样在压实全过程中剪切强度和最终塑性形变的大小，以此判断混合料组成是否合理。

考虑到我市沥青混合料试验设备配置情况，提出目标配合比设计应采用 GTM 方法设计，生产配合比设计及验证可采用马歇尔方法。为实现两种设计方法的有效衔接，要求目标配合比设计采用 GTM 方法时，应同时

提供相应的马歇尔设计指标；生产配合比设计可采用马歇尔方法，宜补充 GTM 试验进行验证。

4.2 目标配合比设计

4.2.1 高模量混合料的性能验证包括路用性能验证和力学性能验证。

4.2.2 高模量混合料通常用于道路工程中下面层，宜选用粗型级配并形成 S 型曲线，提高混合料的矿料嵌挤性。

贝雷法是经试验证明的行之有效的沥青混合料级配优化设计方法，该方法提出的设计参数有助于更好地理解集料级配与混合料中空隙体积的关系，可应用于各种密级配沥青混合料，而且适用于任何一种混合料设计方法，包括 Superpave、马歇尔设计法等。

4.2.3 GTM 试验设备可以较为真实地模拟实际路面材料的受力状况。GTM 压实成型根据设计轮胎接地压强确定垂直压力，以极限平衡状态作为旋转试验结束条件，不固定压实功，使得混合料在设计压力下不会产生二次压密产生车辙。

GTM 在试验过程中旋转角度不恒定，并能够自动采集旋转角的变化情况。为严格标定 GTM 试验工作状态，GTM 设定了旋转基准角，该角度的大小对混合料压实程度的影响非常显著，直接影响油石比设计。旋转基准角的选择应兼顾混合料各种路用性能，包括高温抗车辙能力、低温抗开裂能力、抗水损坏能力等。本规范采用 GTM 试验机（滚轴驱动方式为气压式），以 AC-20C 型混合料为例，分别采用不同的旋转角进行试验并验证路用性能，由此确定试验用 GTM 旋转基准角数值为 1.4° 。

GTM 设计方法以旋转稳定指数 GSI 作为最佳沥青用量的判定指标，该系数为试验结束时的机器角与压实过程中的最小机器角的比值，用以表征试件受剪应力作用的变形稳定程度，使得最佳油石比的确定与混合料的力学性能联系起来，较之经验式的体积分析方法将更为合理。

4.2.4 根据高模量添加剂作用机理，高模量混合料拌和时，应确保将集料与高模量添加剂先行干拌均匀，随后再添加沥青进行湿拌和。混合料成型温度应与沥青加热温度基本一致。

4.2.5 国内某高模量混合料设计经验表明，当高模量添加剂掺量不大于 0.6% 时，其最佳油石比可参照同设计方法同材料组成下普通沥青混合料来确定，需对技术性能进行验证，如不满足要求，应重新试验调整。也就是说，高模量混合料最佳沥青用量设计可分为 2 个阶段，阶段 1：通过试验确定同级配组成下普通混合料的最佳沥青用量；阶段 2：在拟定最佳沥青用量下，对高模量混合料的各项技术参数进行验证。

高模量沥青混合料最大理论相对密度计算时，应考虑高模量添加剂的存在，高模量添加剂的相对密度（25℃/25℃）应由材料供应商提供。

4.2.6 室内研究以 AC-20C 型高模量混合料为例（高模量添加剂掺量为 4%），对其高温稳定性、水稳定性、低温稳定性等路用性能以及静态回弹模量、动态回弹模量等力学性能进行了大量的试验研究，通过性能验证及数据统计分析，建立了基于 GTM 方法的高模量混合料性能指标体系。掺加高模量添加剂后，混合料动稳定度、冻融劈裂强度比等指标得到了显著提升，尤其是动稳定度，远高于现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）对改性沥青混合料的技术要求；低温弯曲应变存在一定的负面影响；动态模量（15℃、10Hz）可以达到法国高模量沥青混合料的技术要求。

4.3 生产配合比设计

4.3.2 生产配合比设计涉及到拌和机振动筛网配置、冷热料仓协调、以及其他生产参数，因此，每台拌和机应独立进行生产配合比设计。

4.4 生产配合比验证

4.4.1 高模量混合料的主要技术指标是动稳定度和动态模量，为验证高模量添加剂的拌和均匀性，宜对试拌生产的高模量混合料，再次检验其高温稳定性及动态模量。

4.4.3 本规范提出的高模量沥青混合料技术指标基于 GTM 设计方法，以 GTM 成型密度为前提，为确保实体工程应用与室内试验相衔接，应采用 GTM 成型密度作为现场施工压实标准。

5 施工工艺

5.1 施工准备

5.1.4 试验段铺筑分为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、碾压工艺，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设计沥青用量等；确定并验证施工组织及管理体系、质保体系、人员、机械设备、检测设备、通讯及指挥方式等。

5.2 混合料拌和

5.2.3 高模量添加剂的投放应在热矿料加入拌锅的瞬间同时进行，因此，定时定量向拌缸内投入添加剂是生产高模量沥青混合料的关键环节，其投放方式应根据现场条件和设备合理选择。

目前，高模量添加剂的投放方式主要有两种：机器自动投放和人工投放。其中，机器投放是指在拌和楼上安装专用投放设备，该设备具有感应计量装置，只需人工提前投入足量的添加剂，然后，投料机根据每锅混合料的质量按照既定比例称好添加剂，并通过自制铁圆管与拌锅连接，实现与热料仓混合料同时进入拌缸进行干拌。人工投放是指在拌和楼拌锅旁设置一定高度的漏斗，根据每锅混合料的质量人工称取既定比例的添加剂，在热料仓混合料进入拌锅时，通过拌锅上方观察口，由人工立即投放置拌锅进行干拌。由于机器投放的准确性、稳定性、协调性更好，因此，提出高模量添加剂宜采用专用机械自动加入。

5.2.4 标定集料供料曲线，主要是确定冷料仓皮带转速和冷料流出质量之间的线性关系。在实际生产过程中，施工单位对此往往重视不够，甚至忽略了对冷料仓的标定，对各冷料仓皮带转度的确定完全是凭借经验，没有考虑原材料密度、颗粒形状等因素的影响，造成实际供料质量与设定值偏差较大，这往往是造成拌和楼出现等料溢料现象的主要原因。

5.2.5 合理配置振动筛尺寸，应遵循两个基本原则：以关键筛孔作为分级筛孔，便于施工过城中对级配的调整和控制；尽可能使各热料仓比例均衡。同时，还要综合考虑各档集料的规格性、拌和楼热料仓数量、各热料仓容积、混合料类型等因素。

5.2.6 有条件的拌和站，宜采用沥青混合料质量实时监控系统，加强对沥青混合料质量的动态管控。

5.2.7 对于表 5.2.7 给出的施工温度范围，应根据工程实际情况进行选择，运距较远、气温较低时取高限；运距较近、气温较高时取低限。切不可仅为保证高温碾压而片面提高混合料的出场温度，导致沥青老化，影响路面耐久性。

5.2.8 高模量混合料需要在拌和过程中掺加高模量添加剂，其拌和生产工艺与传统的混合料生产工艺有所不同。高模量混合料拌和过程中，需要将加热至指定温度的矿料混合料与相应比例的高模量添加剂同时加入到拌锅中，应密切注意粗集料与高模量添加剂的投放协调性，防止错过投放时间，保证高模量添加剂先与集料干拌和 15~20s，目的是使高模量添加剂在矿料中翻滚、剪切、撞击过程中产生变形，保证其与热矿料充分碰撞、软化及均匀拌和；然后，再加入加热至指定温度的沥青进行湿拌，湿拌时间应以沥青均匀裹覆矿料为度，控制在 30~40s。具体拌和时间应经试拌确定，原则是无花白料、结团和离析。拌和过程中应高度关注高模量添加剂的掺加稳定性及其与传统拌和工艺之间的匹配性。

5.2.9 从拌和楼热料仓取热料仓集料样品时，宜采用专用设备从每个热料仓出口下方全断面随机取料。没有专用设备时，至少应在正常生产一车混合料以后，将不加沥青的集料逐个开启热料仓在下方用装载机接料，倒在水泥地上拌和均匀后按四分法取样，在取样过程中应慎防粉料散失。

5.3 混合料运输

5.3.1 运输车辆数量应与拌和楼实际产量、摊铺机速度及施工运距相匹配，运量应比拌和能力或摊铺速度有所富余，施工过程中摊铺机前方应始终有 3~6 辆料车处于等待卸料状态，保证摊铺的及时性和连续性，从而保

证路面平整度并减少施工接缝。

5.3.2 用于测量混合料温度的插入式热电偶温度计应定期检定或进行比对。

5.3.6 控制运料车运输速度，目的是减小混合料在运输过程中的离析。

5.4 混合料摊铺

5.4.4 摊铺速度根据现场碾压能力来确定，同时兼顾拌和站的生产能力，在两者之间取得平衡。

5.4.9 摊铺机接料斗操作过程中的防离析措施主要有：摊铺机集料斗应在刮板尚未露出，尚有约 10cm 厚的热拌料时，下一辆运料车即开始卸料，做到连续供料，并避免粗料集中；采取相应措施，尽量做到摊铺机不拢料，以减小面层离析。前一辆车应尽早卸完料并立即开离，第二辆车应尽快后退到摊铺机前并及时喂料，使新料与受料斗中余料混和，严禁送料刮料板外漏现象发生；第二辆自卸车后退到离摊铺机 20~30cm 时即停止并挂空档，同时准备卸料，摊铺机继续向前摊铺，接触第二辆运料车并推动料车前进，第二辆运料车立即向摊铺机受料斗缓缓卸料；后退料车不得撞击摊铺机，料车停在摊铺机前待卸料和卸料过程中不得挂挡，且卸料不得过猛。

5.5 混合料碾压

5.5.2 振动压实激振力是垂直方向，荷载过大宜造成桥梁结构损坏等潜在危害，因此，通常在桥面铺装碾压时采取静压或减少振实次数，容易造成桥面铺装的压实度不足或渗水系数过大等问题。振荡压实则是一种振动与揉搓相结合的压实方法，试验表明，振荡压实减小了对桥梁结构的振动力，并能保证桥面铺装路面的压实度，效果较好。

5.5.4 高模量混合料降温较快，有效碾压时间较短，应紧跟摊铺机，尽可能在高温状态下开始碾压，不得在低温状态下反复碾压，防止磨掉石料棱角、压碎石料，破坏石料间的嵌挤。

5.5.5 本规范建议的碾压工艺是目前高等级公路沥青路面常用的压实工艺，但并不局限于此工艺。该碾压工艺大幅度提高了碾压效率，增加了沥

青混合料的有效碾压时间，能够保证在高温下进行碾压，有效提高了压实度；而且该工艺可以对压路机进行有效的管理，防止出现漏压现象，碾压遍数易于控制，碾压段落清晰，工艺流畅。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，也可以采用经验证的碾压工作。

建议采用胶轮压路机紧跟摊铺机进行初压的原因为：振动压路机进行初压时，为防止粘轮现象，需要采用雾化喷水措施，使混合料温度降低过快，不利于碾压；振动压路机碾压过程中，容易产生“过桥”现象，不利于密实成型；胶轮压路机紧跟摊铺机进行碾压，在剪切揉搓作用下使集料重新定位，而且对混合料有较好的保温效果，能够增加碾压有效时间等。

5.6 接缝处理

5.6.3 横向施工缝具体做法为：用三米直尺沿纵向位置，在摊铺段端部的直尺呈悬臂状，以摊铺层与直尺脱离接触处定出接缝位置，用锯缝机割齐后铲除（原路面必须形成垂直的接缝面）；继续摊铺时，应将摊铺层锯切时留下的灰浆擦洗干净，涂上少量粘层沥青，摊铺机熨平板从接缝处起步摊铺，摊铺前熨平板应提前 0.5~1h 预热至不低于 110℃，并将原压实部位进行预热甚至软化；碾压时用钢轮压路机进行横向压实，从先铺路面上跨缝逐渐移向新铺面层，以每次 20cm 宽度为宜，直至全部在新铺面上为止；当进行纵向碾压时，不要在横接缝上垂直碾压，以免引起新旧层错台；碾压完毕后要对平整度作专门测量，如不符合及时处理。确保接缝平整；相邻两幅及上下层的横向接缝均宜错位 1m 以上。

6 施工质量控制

6.2 施工前的材料与设备检查

6.2.2 高模量沥青路面施工前，应对高模量添加剂添加系统进行检查，确保添加设备安装调试到位且运转正常。

6.3 施工过程中的质量检查

6.3.3 高模量沥青路面现场压实度宜采用最大理论密度和 GTM 成型密度双指标建控制，同时，还需要对碾压工艺（碾压遍数、碾压温度、碾压组合等）进行过程控制。