表7：

湖北省地方标准编制说明

2024年 1月 16 日

|  |  |
| --- | --- |
| 标准名称 | 微粒化天然沥青改性沥青路面施工技术规程 |
| 被修订或整合标准名称 |  | 被代替标准编号 |  |
| 起草单位（盖章） | 湖北交投致远新材科技有限公司、湖北省交通规划设计院股份有限公司、湖北交投智能检测股份有限公司、安徽省高速公路试验检测科研中心有限公司、湖北交投建设集团有限公司、湖北坦途高科有限责任公司、武汉科邦新材料有限公司、中国地质大学学院（武汉） |
| 1.项目简介：*（包含研究背景、政策依据，标准的主要内容以及与相关法律法规、产业政策的符合性，与相关国家标准和行业标准的协调性。）*天然沥青是由石油经压力、高温、细菌、氧化以及触媒等外界因素的综合作用，不断蒸发其轻质组分而形成的沥青类物质，主要分为湖沥青、岩沥青以及硬沥青三种类型，其改性后的沥青依靠独特的高温稳定性、耐水损性能及耐老化性，广泛应用于国内众多重点工程建设项目如东海大桥、胜利黄河大桥、钱塘江大桥、嘉陵江大桥、江阴长江大桥、港珠澳大桥、成渝高速、武汉绕城高速公路、沧黄高速公路、北京长安街改造工程、二环、三环、首都国际机场、香港启德机场、赤蜡角国际机场以及上海虹桥机场等。相比目前我国沥青路面普遍采用的普通沥青路面和聚合物改性沥青路面， 天然沥青改性沥青路面主要具有以下优点：**1.高温稳定性强**，抗车辙性能一般约为普通沥青混合料的1.5倍~2倍或以上。**2.耐水性能优良**，一般不低于普通沥青混合料。**3.成本低，性价比高**，每吨比普通沥青混合料便宜约5元，比湖北常用SBS改性沥青混合料便宜约42元。**4.绿色环保稳定**，常用树脂类化学合成添加剂（如SBS等）；天然沥青取自自然界，物理性能极为稳定。**5.天然沥青改性沥青较常规改性沥青更稳定、耐久、抗疲劳**；常规为化学改性，在生产、应用中会存在明显性能衰减，容易老化，而天然沥青是物理改性，更为稳定，衰减较少且更利于后期再生利用。**6.天然沥青可作为特殊添加剂制备高性能路面材料，可配置高模量沥青混合料，大幅延长路面使用寿命**，极大节约路面全寿命周期成本，与专用高模量外加剂制备的高模量沥青混合料相比，成本便宜约53.8元/吨。**7.天然沥青改性对象适应性强，效果好**。加入普通沥青制备成天然沥青直接改性沥青；与聚合物改性沥青复合可制备聚合物天然沥青改性沥青；与聚合物、胶粉等复合而成的聚合物天然沥青胶粉复合改性沥青等。因此天然沥青改性沥青路面具有广阔的应用前景。天然沥青自2001年左右开始在国内开展应用推广已近20年，规范JTGF40-2004明确指出天然沥青可以单独与石油沥青混合使用或与其他改性沥青混融后使用。然而由于天然沥青中大量不溶沥青的无机物（CaCO3、SiO2或相应盐等）存在，导致高温状态下其改性沥青体系中无机物容易离析沉淀，一方面造成质量问题，另一方面堵塞管道及罐体，因此一些规范（如T/CHTS10013-2019、DB34/T3350-2019等）提及应随配随用，储存时应增加搅拌。而天然沥青经微粒化处理之后，经工厂化改性，天然沥青中有机成份能更快速、更好的分散在沥青体系中，无机成份几乎可以达到悬浮在沥青中，所制改性沥青成品可有效长时间存储和运输且性能更为稳定，其为天然沥青改性沥青路面的设计、施工提供了有效保障。 |
| 2.技术路线：*（包括主要技术指标、参数、公式、性能指标及要求、主要试验及试验方法、验证结果等依据或理由。）***一、主要技术内容**本标准是在系统总结微粒化天然沥青改性沥青研究成果和大量工程经验的基础上编制，将从微粒化天然沥青改性沥青原材料、加工工艺、成品沥青胶结料技术指标、混合料用集料要求、配合比设计方案以及施工工艺和施工过程质量控制等方面，对以微粒化天然沥青为原料生产的微粒化天然沥青成品胶结料在沥青混合料中的应用进行规范。**1.1.天然沥青微粒化作用**天然沥青微粒化的主要目的是使其中的无机物能在沥青中稳定，同时有机物能更好的分散在沥青体系中，是制备相对稳定的天然沥青成品胶结料的关键。根据斯托克斯定律，颗粒的沉降速率与颗粒粒径以及介质粘度有关，通过减小天然沥青中无机物粒径和增加介质粘度，可以达到延缓沉降速率的目的；无机物粒径逐步减小时，会出现表面效应，粒子的表面能与表面张力逐步增加，比较容易和其它原子趋于稳定；同时，由于天然沥青中无机物的组份主要是CaCO3等，可与沥青中的酸性成份结合形成表面有机化改性（当无机物中SiO2组份偏多时可适当采用少量偶联剂辅助表面处理），增加粒子与沥青的亲和性，因此，基于以上原理和处理工艺，颗粒几乎可以达到悬浮在沥青中状态。微粒化具体操作如下：通过多级研磨，将天然沥青中不溶物颗粒（三氯乙烯不溶物）的粒径减小至12微米以下，在适当沥青等辅助溶剂下于高温状态二次分散及反应，得到较为稳定的“微粒化天然沥青添加剂”或“母液”。“添加剂”或“母液”可按比例应用于沥青或改性沥青生产体系，得到相应微粒化天然沥青成品胶结料。表1所示为微粒化天然沥青成品胶结料的存储稳定性检测结果，可知该成品胶结料的储存稳定性较佳，163℃下存储72h可以实现7天不离析。表1 微粒化天然沥青成品胶结料的存储稳定性检测结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检测项目 | 存储温度 | 软化点差 |
| 72h储存稳定性离析软化点差 | 185℃ | 0.7℃ |
| 163℃ | 0.8℃ |
| 120℃ | 0.3℃ |
| 7 day 储存稳定性离析软化点差 | 163℃ | 1.6℃ |

目前该产品最远运距近800公里，装卸正常，未出现明显沉淀离析问题。同时，粒径的减小，对延度提升也有积极意义，能有效降低由于大粒径造成的应力集中对延度的影响。**1.2 工厂化生产**工厂化生产的目的是规模生产出品质一致的最终成品胶结料。天然沥青组份、掺量、加工工艺、所选石油沥青、其他改性材料等因素均为制约微粒化天然沥青改性沥青性能的制约因素。**（1）原料加工要求：**天然沥青原料应满足JTGF40-2004及JT/T860.5-2014规范要求，经微粒化处理后，得到较为稳定的“微粒化天然沥青添加剂”或“母液”，其中90%以上颗粒粒径宜小于12微米，以15%~20%掺量（内掺）加入至70号A级道路石油沥青，其应满足储存稳定系离析要求（48小时软化点差≦2.5℃，实验方法为T0661）。**（2）生产工艺控制要求：**微粒化天然沥青改性沥青可根据工厂实际条件采用直接生产法、母液法、复配法等多种工艺方式进行生产，在生产前应根据不同厂家提供的“添加剂”或“母液”，通过严格的原料检测和实验室配方调试，保证试生产的准确性；进入大生产阶段后，由成熟的设备及工厂严格按照生产配方生产，并且在生产完毕、入成品罐后、出厂前进行三重质检，确保产品品质稳定可控。**（3）目前市场应用较为完善的胶结料类型及用途：**为实现最佳性价比组合，将微粒化天然沥青改性沥青分为微粒化天然沥青直接改性沥青（以下简称“NNB”），由微粒化天然沥青、聚合物共同改性的复合改性沥青（以下简称“PNB”），由微粒化天然沥青、聚合物、胶粉共同改性的复合改性沥青（以下简称“PRNB”）以及高模量沥青混合料（以下简称HMAC）用微粒化天然沥青复合改性沥青（以下简称“HMB”）。NNB沥青混合料抗高温性能突出，且其成本低，适用于在二级及以下公路的中下面层使用；PNB适用于高等级公路尤其是二级及以上等级公路的上中下面层，甚至桥面铺装工程中，既充分利用了微粒化天然沥青的高温稳定性又通过聚合物改性剂提高了混合料的低温抗裂性；PRNB沥青混合料性能与PNB性能相似，但其充分结合了PNB和废胶粉改性沥青的特性，在不降低路用性能的前提下大幅降低改性沥青成本，且对废旧胶粉进行充分的回收利用。高模量沥青混合料起源于法国，但其低温抗裂性并未提出严苛要求。而我省区域差别较大，尤其是十堰、恩施等山区地带冬季寒冷且持续时间长，这就要求混合料的低温抗裂性能较好。因此项目组根据我省的气候特征，开发了HMB-Ⅰ、HMB-Ⅱ、HMB-Ⅲ三种类型的微粒化天然沥青复合改性沥青，分别应对不同低温气候分区，在保证具有硬质沥青的特征前提下，保留一定的延展性，对于提升混合料的低温抗裂性效果显著，目前HMB-Ⅰ混合料-10℃低温弯曲破坏应变值超过3000με，满足冬寒区使用条件要求，其推广对于解决我省重载交通和山区冬季严寒对胶结料“硬”“软”的矛盾，提供了解决方案。**二、试验方法及性能指标**2.1 根据实际工程经验及综合JTGF40-2004和JT/T860.5-2014规范要求，胶结料试验方法及性能指标设计如下：①NNB以1-3区A级道路石油沥青技术要求为基准，软化点要求较A级提升5℃；延度以15℃延度（含老化）为控制指标，与C级要求一致；溶解度换为灰分含量，要求≦15%（按T0614测试）；取消60℃动力粘度要求；增加贮存稳定性离析实验（按T0661测试），要求≦2.5℃；增加无机物粒径要求作为可选项；用于制备NNB的基质沥青宜选用比目标针入度大20~40（0.1mm）的道路石油沥青；②PNB参考我省高速SBS类（I-D）要求制定PNB-50，PNB-50软化点要求为≥75℃，弹性恢复指标按实际提升10%；溶解度换为灰分含量，要求≦20%（按T0614测试）；增加无机物粒径要求作为可选项；引入老化前后软化点差，要求-5~+10℃，用于判断老化性能衰减情况（欧盟标准为不大于8℃或10℃）；PNB-70作类似调整；同时增加了PNB-30，主要用于浇筑式沥青混凝土。表2 PNB-30技术指标要求

| 指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 针入度（25℃，5s，100g） | 0.1mm | 20~40 | T0604 |
| 软化点 | ℃ | ≥85 | T0606 |
| 延度（5℃，5cm/min） | cm | ≥15 | T0605 |
| TFOT或RTFOT后 | T0609、T0610 |
| 残留针入度比（25℃） | % | ≥70 | T0604 |
| 残留延度（5℃，5cm/min） | cm | ≥5 | T0605 |
| 其余指标要求与PNB-50同 |

③PRNB是PNB与胶粉改性沥青的复合体，综合了聚合物改性沥青、橡胶沥青和天然沥青改性沥青的部分优势性能，可采用PNB与胶粉改性沥青复配调和，也可采用直接生产法或母液法，一般聚合物改性剂掺量（内掺）为0.5%~2.5%，胶粉掺量（内掺）不宜高于10%，其软化点、延度等关键指标显著高于普通胶粉改性沥青，其路用性能与聚合物天然沥青改性沥青基本相当，车辙试验动稳定度提高，改性沥青粘度增加，延度有所下降。PRNB-30、PRNB-50均可用于浇注式沥青混凝土、OGFC、高模量沥青混合料。若符合安全条件的温度下易于泵送和拌和，或经证明适当提高泵送和拌和温度时能保证沥青的质量，容易施工，可不要求135℃黏度。PRNB的应用除有效提高路面抗高温性能外，对于本省在消耗废旧胶粉等环保方面具有较大的促进作用。表3 **聚合物天然沥青胶粉复合改性沥青技术要求**

| 指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| PRNB-60 | PRNB-50 | PRNB-30 |
| 针入度（25℃，5s，100g） | 0.1mm | 55~70 | 40~55 | 25~40 | T0604 |
| 软化点 | ℃ | ≥65 | ≥75 | ≥85 | T0606 |
| 延度（5℃，5cm/min） | cm | ≥20 | ≥15 | ≥10 | T0605 |
| 闪点 | ℃ | ≥230 | T0611 |
| 密度（15℃） | g/cm3 | 实测 | T0603 |
| 溶解度 | % | ≥90 | T0614 |
| 弹性恢复（25℃） | % | ≥75 | ≥80 | ≥85 | T0662 |
| 布氏旋转粘度（135℃） | Pa·s | ≤5 | T0661 |
| 无机物粒径 | Dav | μm | ≤5 | 见附录3 |
| D90 | μm | ≤12 |
| 离析（ 软化点差） | ℃ | ≤5 | T0661 |
| TFOT或RTFOT后 | T0609、T0610 |
| 质量变化 | % | ≤±0.8 |
| 残留针入度比（25℃） | % | ≥65 | ≥70 | ≥75 | T0604 |
| 残留延度（5℃，5cm/min） | cm | ≥15 | ≥10 | —— | T0605 |
| 软化点差（TR＆B） | ℃ | -5~+10 | T0606 |

如根据实际需求，聚合物改性剂掺量（内掺）达到3.5~4.0%时，可要求PRNB技术指标按PNB对应型号指标进行设计（除溶解度要求≥90、布氏旋转粘度（135℃）及离析均≤5外）。④高模量沥青根据适应的气候区域不同分为HMB-Ⅰ,HMB-Ⅱ，HMB-Ⅲ。分别对应低温分区属于3区，2区及1区的地区使用，其技术指标按《沥青混合料改性添加剂第8部分：高模量剂》（JT/T860.8-2023） 表4执行。以高模量专用沥青配置的高模量沥青混合料不仅满足法国EN 12697的要求，即15℃，10Hz动态模量超过14000Mpa，疲劳寿命（10℃，25Hz，130με）超过万次，同时混合料的高低温性能均超过我国目前对改性沥青混合料的技术规范要求，因此对于提高道路性能，延长路面使用寿命，意义重大。2.2 集料、填料、配合比设计：微粒化天然沥青改性沥青解决了天然沥青改性沥青的稳定性不足问题，同时技术指标是以现有规范体系为基础进行设计，因此集料、填料等原材料技术指标按JTGF40相关规定即可；由于天然沥青的抗高温特性，配合比设计中NNB混合料AC动稳定度建议夏炎热区设计不小于2000次/mm，夏热区设计不小于1600次/mm，夏凉区设计不小于1200次/mm；PNB AC混合料动稳定度建议夏炎热区设计不小于4000次/mm，夏热区设计不小于3500次/mm，夏凉区设计不小于3000次/mm；PNB SMA混合料动稳定度建议不小于5000次/mm；PNB OGFC混合料动稳定度建议不小于4000次/mm；PRNB AC混合料动稳定度建议夏炎热区设计不小于5000次/mm，夏热区设计不小于4500次/mm，夏凉区设计不小于4000次/mm；PRNB SMA混合料动稳定度建议不小于6000次/mm；PRNB OGFC混合料动稳定度建议不小于5000次/mm；高模量沥青混合料马歇尔试验配合比设计技术要求和路用性能技术指标要求按DB61/T 1332-2020 表5、表6执行。2.3 施工工艺控制：施工工艺控制按JTGF40相关规定即可。 |
| 1. 标准比对：

*（包括采用国际标准情况，相关领域国内外发展现状和趋势,与国际标准对应关系及国外有关技术法规情况，与国家标准、行业标准等上位标准的比对情况。）***3.1 天然沥青及其改性沥青国内标准现状**目前国内关于天然沥青相关标准主要集中在JTG F40-2004、JT/T 860.5-2014及新疆、山东、安徽、北京、河南、陕西、四川、云南等各省地方标准。大部分标准倾向于岩沥青及其改性沥青。JTG F40-2004仅对特立尼达湖沥青及其改性沥青质量进行技术要求，且对于特立尼达湖沥青改性沥青仅在针入度、粘度、闪点、溶解度、灰分及TFOT后残留针入度比上作了要求，已完全不能满足目前天然沥青改性沥青技术发展趋势和品种细化和丰富的趋势；JT/T 860.5-2014提出了岩沥青灰分、含水率及粒度的技术要求，湿法工艺下岩沥青改性沥青仅要求软化点提高值不低于5℃，运动粘度及老化后的质量变化、针入度比要求不低于原基质沥青,但对无机物粒径分布不加规定或粒径要求过宽以及延度等塑性指标、沉降等匀质性相关指标不予规定，这将直接导致粘结料不均匀情况容易被忽视，后期直接影响沥青混合料性能，改性沥青指标测试已经意义不大。另外，由于岩沥青中矿物质颗粒在沥青胶结作用下结团但在高温状态下会被打散，故根据JTG E42/T0302干筛法测定粒度的方法意义不大。同时，为进一步提升天然沥青改性沥青的性能，尤其是低温性能方面予以提升以确保取得更优质的路面，应将聚合物复合天然沥青等列入规范。JT/T 860.5-2014也仅对湖沥青灰分、含水率、软化点提出技术要求，湿法工艺下湖沥青改性沥青只要求粘度、针入度比、质量变化不低于原基质沥青，指标要求过低；而湖沥青改性沥青的针入度、延度及软化点等指标，受到湖沥青质量、掺量、基质沥青种类的影响变化极大。沥青混合料动稳定度值介于聚合物改性沥青和基质沥青要求之间，低温弯曲破坏应变不小于2800με，同样的，高温性能指标要求过低；T/CHTS10013-2019更是直接指出应随配随用，储存时应增加搅拌；我省DB42/T 1366-2018也仅对布敦岩沥青及其改性沥青做出针入度、软化点、运动粘度和闪点的要求，对于各类型的复合产品以及材料关键指标稳定性均未做出要求，其路面施工技术难度也相应大大增加。**3.2 天然沥青及其改性沥青国外标准现状**国际上关于天然沥青的标准也多是和TLA有关的：如英国的BS 3690，美国的ASTM D5710。上述标准均对TLA的针入度、溶解度、灰分、密度提出了技术要求，TLA质量取决于有效沥青含量及沥青的软硬程度。TLA针入度不足5（0.1mm），对针入度的控制意义不大；而溶解度、灰分可表征天然沥青中有效沥青含量；含水率可以保障天然沥青加工过程中安全性；密度可以用于产品稳定性参考。综上，省内现行的关于天然沥青改性沥青的规范中，没有针对天然沥青改性成品沥青的完善的技术规范、亟需包含天然沥青改性成品沥青的产品质量、原材料质量、混合料质量以及施工工艺的技术规范。所有规范对改性后的沥青软化点均未做要求，由于受到天然沥青无机物影响，天然沥青改性沥青的延度受损较为严重，但延度值低并不意味着混合料性能会差，过度关注延度指标意义不大。同时如果作为成品改性沥青，还应对其存储稳定性提出要求，以避免出现离析问题，影响最终产品的质量。 |
| 1. 风险分析：

*（分析标准可能涉及的利益相关方及标准实施可能造成的影响、可能出现的重大意见分歧等，以及在标准制(修)订过程中，出现的重大意见分歧处理情况。）*本标准规范天然沥青应用，系统提出微粒化天然沥青改性沥青类型，明确该类材料及路面施工的具体技术要求和质量控制标准，建立系列化材料的技术标准。填补湖北省公路行业在该领域的空白，为湖北省内该类路面施工提供技术支撑和指导。在标准制(修)订过程中，未出现重大意见分歧。 |
| 5.宣贯实施计划：（1）落实标准实施示范点：如在湖北省和周边省份临近高速公路合适路段采用复合本标准的微粒化天然沥青改性沥青进行施工。（2）进行技术培训，培训重点项目示范点的施工技术人员；（3）创建示范点、示范片，召开现场会，进一步细化规程参数；（4）在整个华中地区进行标准宣贯，辐射全国。 |
| 6.专家组：*（标准主要编制研制人员、职责分工等情况，包括姓名、单位、职称职务、专业、联系方式等）*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位 | 职务 |
| 1 | 叶书军 | 湖北交投物流集团有限公司 | 总经理 |
| 2 | 付杰 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 总经理 |
| 3 | 文俊 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 总工程师 |
| 4 | 焦扬 | 湖北坦途高科有限责任公司 | 总工程师 |
| 5 | 彭超 | 中国地质大学（武汉）工程学院 | 副院长 |
| 6 | 袁盛杰 | 湖北省交通规划设计院股份有限公司 | 主任 |
| 7 | 吕玉蓉 | 湖北省交通规划设计院股份有限公司 | 副主任 |
| 8 | 张胜平 | 湖北省交通规划设计院股份有限公司 | 副主任 |
| 9 | 廖亚雄 | 湖北省交通规划设计院股份有限公司 | 副主任 |
| 10 | 程梦筠 | 湖北省交通规划设计院股份有限公司 | 副主任 |
| 11 | 湛文涛 | 湖北交投智能检测股份有限公司 | 道路检测事业部部长 |
| 12 | 刘力 | 湖北交投智能检测股份有限公司 | 材料检测事业部部长 |
| 13 | 李子冰 | 安徽省高速公路试验检测科研中心有限公司 | 检测事业部总经理 |
| 14 | 吴昊 | 安徽省高速公路试验检测科研中心有限公司 | 检测事业部副总经理 |
| 15 | 龙庆忠 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 实验室主任 |
| 16 | 雷宗建 | 湖北交投建设集团有限公司 | 总工程师 |
| 17 | 姚虎 | 湖北交投建设集团有限公司 | 项目经理 |
| 18 | 夏宗强 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 生产经理 |
| 19 | 姜文超 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 项目负责人 |
| 20 | 鲍滋剑 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 项目组成员 |
| 21 | 刘林 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 项目组成员 |
| 22 | 阮剑兰 | 湖北交投致远新材科技有限公司 | 项目组成员 |

 |

**注：**此表可根据内容多少调整格式，填写时删除斜体的填写说明。