

# 《软硬沥青复配混合料施工技术要求》 山东省地方标准编制说明

（报批稿）

## 一、工作简况

### （一）任务来源

根据《山东省市场监督管理局关于印发 2020 年度地方标准制（修）订计划项目的通知》（鲁市监标字〔2020〕249 号）《软硬沥青复配温拌沥青混合料施工技术指南》列入 2020 年度山东省地方标准制修订计划（第 136 项）。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施，由山东省交通运输标准化技术委员会（TC41）归口。

### （二）起草单位、主要起草人及任务分工

#### 1. 主要起草单位

山东高速高广公路有限公司、山东高速建设管理集团有限公司、山东高速路用新材料技术有限公司、山东高速工程检测有限公司、山东高速工程咨询集团有限公司。

#### 2. 主要起草人

姜竹昌、尹永胜、张惠勤、杨毅、陈伟、董超、金龙飞、王鑫洋、时孝鹏、阚涛、马亚、段莹、李岩、史福泉、刘亮、梅中梁、李传海、车秀锋、周海防、韩凌、郭德立、张永豪、谢正星、高国华、李立平、李昂。

### 3. 任务分工

山东高速高广公路有限公司主要负责标准的立项需求调研、标准编制进度把关、协助征集相关方意见等事项。山东高速建设管理集团有限公司、山东高速路用新材料技术有限公司、山东高速工程检测有限公司、山东高速工程咨询集团有限公司主要负责标准文本及编制说明的起草修改完善、征求意见的汇总、归纳和处理。其中：姜竹昌担任标准编制组组长，全面组织、协调标准的编制工作。尹永胜、张惠勤、杨毅、陈伟、董超、马亚、周海防、郭德立、高国华对标准技术内容以及与公共机构相关标准总协调进行把关。金龙飞、王鑫洋、时孝鹏、阚涛、段莹、刘亮、梅中梁、李传海、车秀锋、韩凌负责标准起草编写、对各相关方的意见和建议进行总结、归纳和处理，以及标准编制进度把控。张永豪、谢正星、李立平、李昂负责标准制定过程中的试验及数据采集，李岩、史福泉负责组织召开标准研讨会议。

#### （三）起草过程

##### 1. 前期准备

2020年7月30日，由山东高速高广公路有限公司向山东省交通运输厅提出申请的《软硬沥青复配温拌混合料施工技术规范》标准获得山东省市场监督管理局批准立项。2020年8月，成立了由山东高速高广公路有限公司牵头的标准编制工作组，编制组结合现阶段交通运输部和山东省交通运输厅等主管部门的发文、要求以及试点实践等进行了深入分析和研究，完成已有标准、文献资料的收集、分析和总结。

## 2. 现状调研

2020 年 8 月至 2021 年 12 月，编制组收集和研究了国内外技术标准、文献和有关工程资料。安徽省地方标准《预拌-增强型温拌沥青路面技术规程》（DB34/T5035-2015）对本文件的起草和编写提供了方向和借鉴。

## 3. 起草标准

2022 年 1 月起，编制组基于软硬沥青复配温拌沥青混合料施工技术研究的实际工作，收集研究课题成果资料和相关工程应用资料，进行梳理和分析，经编制组内部讨论、审议和修改，于 2023 年 1 月完成初稿。

## 4. 标准审查

### （1）标准初稿审查会

2023 年 2 月 16 日，山东省交通运输标准化技术委员会在济南组织召开了《软硬沥青复配温拌沥青混合料施工技术指南》（初稿）山东省地方标准专家审查会。来自山东公路学会、山东大学、山东高速集团创新研究院、山东交通学院、山东高速路桥集团股份有限公司、山东泉检工程检测有限公司、山东省交通科学研究院单位共 7 名专家组成了审查委员会。审查会委员会听取了编制组关于标准编制的情况汇报，对标准内容逐条进行了审查，并给出标准内容是对沥青混合料的原材料、生产和施工做出的技术要求，并非指导性文件，且标准使用 130#沥青，其拌和与施工温度不属于温拌范畴的总体意见，因此建议将标准名称修改为《软硬沥青复配混合料施工技术要求》。同时，专家提出了标准修改

意见共计 26 项。编制组根据反馈意见对标准进行了进一步的修改和完善。

## （2）广泛征求意见

根据专家意见，编制组明确了标准定位、目的和适用范围，修改完善了标准的总体框架，进一步凝练、细化标准技术与文字表述，并根据已有项目的实际开展情况细化了部分内容，形成了标准征求意见稿。

2024 年 2 月 4 日 ~ 2024 年 4 月 22 日，编制组面向全国高校、科研院所、业主单位、设计单位、施工单位、监理单位、检测单位、沥青生产单位等 30 家单位统一发函广泛征求意见。编制组共收到“征求意见稿”回函的单位 30 个，回函并有建议或意见的单位 24 个，反馈意见 43 条，经认真整理、分析后，共采纳意见 31 条，未采纳意见 12 条。编制组根据反馈意见对标准进行了修改和完善，形成标准送审讨论稿。

## （3）送审稿专家审查会

2024 年 10 月 18 日，山东省交通运输标准化技术委员会在济南组织召开了《软硬沥青复配温拌沥青混合料施工技术指南》（送审稿）山东省地方标准专家审查会。来自山东公路学会、山东省标准化研究院、山东高速股份有限公司、山东高速集团创新研究院、山东交通学院、山东高速路桥集团股份有限公司、山东泉检工程检测有限公司、山东省交通科学研究院、山东省交通规划设计院集团有限公司单位共 9 名专家组成了审查委员会。审查委员会听取了编制组关于标准编制的情况汇报，对标准内容逐条进

行了审查，提出了标准名称修改为《软硬沥青复配混合料施工技术要求》、明确软/硬沥青术语定义、优化配合比设计、完善编制说明中有关混合料成型温度、混合料技术指标依据等方面的意见，同时专家共提出书面修改意见 30 条。编制组根据专家反馈意见对标准进行了进一步的完善。

## **二、标准制定的目的和意义**

本项目采用硬沥青干法工艺，充分发挥软沥青拌和温度低，硬沥青在施工过程中改善沥青混合料高温性能、水稳定性以及抗老化性能好的特点，在混凝土拌和过程中投入硬沥青，提高硬沥青对软沥青的改性作用。该技术充分发挥两种沥青的优势，达到性能互补目的。

依托山东省交通运输厅科技创新项目《基于天然沥青界面增强的高性能温拌沥青混凝土开发与成套技术研究》，对软硬沥青复配技术进行了系统研究。确定了软沥青、硬沥青的技术指标、施工及质量控制标准和检验方法，成功铺筑了软硬沥青复配沥青混凝土路面，各项路用性能指标优良。该项目为本文件的制定奠定了理论和实践的基础。

该技术在道路工程建设中应用，不仅可以降低工程成本，而且可以保护环境，有效地推进“绿色山东”的建设，有助于推动沥青路面工业的绿色革命。

## **三、标准编制原则、主要技术内容和依据**

### **（一）标准的编制原则**

本文件是依据 GB/T 1.1-2020 给出的原则和有关标准、政策

法规进行编制的。制订本文件时充分考虑到满足我国的技术发展和生产需要,充分体现行业进步和发展趋势,符合国家产业政策,推动行业技术水平提高。标准文本格式、条款主要是根据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》进行编制。

(1) 协调性原则。充分做好资料调研工作,做好与相关标准、规范的协调、衔接,保证本文件与《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)等相关行业标准统一性。

(2) 可操作性原则。结合现有室内试验研究及已完工的实际工程,起草的条文应明晰、规范,便于工程应用,试验与设计方法内容应详细、明确,可操作性强。

(3) 成熟性原则。本文件进行了充分技术论证或试验验证,并在实际工程中加以验证,确保标准制订内容依据充分,理论正确,验证可信,确保技术成熟性、可靠性。

(4) 指标合理性原则。本文件中技术指标具有明确的针对性、实用性和现实性。

(5) 代表性和先进性原则。本文件能够满足道路工程对封层的基本性能要求,与实际工程结合度高,确保文件内容据实可行;同时能够引导封层工程质量的改进、完善,进而有利于行业的持续进步。

## (二) 标准编写的主要依据

《交通运输部关于印发《绿色交通“十四五”发展规划》的

通知》（交规划发〔2021〕104号）

《山东省人民政府关于印发山东省“十四五”综合交通运输发展规划的通知》（鲁政字〔2021〕127号）

《山东省交通运输厅关于印发山东省交通运输科技创新“十四五”发展规划的通知》（鲁交发〔2021〕9号）

《山东省交通运输厅关于印发山东省交通运输节能环保“十四五”发展规划的通知》（鲁交发〔2021〕8号）

《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421-2018）

《山东省公路养护工程管理办法（试行稿）》

### （三）主要内容

本文件规定了软硬沥青复配混合料技术的术语和定义、材料要求、混合料设计、生产与施工、质量管理和检查验收。具体的技术内容及依据说明如下：

#### 3 术语和定义

3.1 当前国内外对软沥青的定义尚未统一，随着沥青路面对沥青材料性能提出的新要求及其适应性，软沥青术语的内涵应予以扩展。本文件从石油演变和加工两条途径完善了软沥青的定义，软沥青的全称应为软石油沥青，主要指石油经氧化加工获得的针入度较大的沥青，如 110 号、130 号、160 号等道路石油沥青。

3.3 当前国内外未见统一的硬沥青术语定义，尤其随着道路沥青新材料的不断研究与进步，硬沥青术语的内容更应拓展完善。本文件对硬沥青的定义涵盖了由石油炼制加工得到的、25℃

针入度约为 20~40 (0.1mm) 的硬质沥青 (如 30 号、50 号等道路石油沥青)、经改性加工而成的高模量沥青和天然岩沥青等,既包括了传统意义上的硬质沥青,又补充完善了天然硬沥青及改性硬沥青,这类硬沥青的软化点通常在 100℃ 以上。

#### 4 材料

4.1 原材料进场应提供厂家出示的合格证或质量检测证书,原材料运至现场后应进行质量检验,经评定合格后方可使用,不应以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场质量检验。

4.2.3 对硬沥青的灰分、含水率和 0.075mm 标准筛通过率等指标进行了检测统计,在标准制订指标时采用满足 95% 的合格率指标作为硬沥青的技术要求,采用限制最大指标时需满足小于 3/4 位值要求,限制最小指标时需满足大于 1/4 位值要求。对抽样硬沥青的指标进行检测统计如下:

表 1 硬沥青检测指标统计

技术指标	单位	数量	平均值	最小值	最大值	1/4 位值	3/4 位值
灰分	%	15	25	18	29	22	27
含水率	%	15	1.3	0.2	1.8	0.7	1.5
0.075mm 通过率	%	15	100	100	100	100	100

由统计数据得到平均值、中值、1/4 位值、3/4 位值等数据,通过数据统计制定了硬沥青的技术要求。

根据伊朗岩沥青、青川岩沥青等常用岩沥青技术要求,并为了保证硬沥青中有效沥青成分含量,提出了硬沥青含量  $\leq 30\%$  的技术要求。

#### 5 混合料设计

5.1.1 对于沥青混合料设计方法,不同国家和地区有不同的



设计方法，比较有代表性的有马歇尔、Superpave 等设计方法，国内通常采用马歇尔设计方法，因此编制组参照马歇尔设计方法进行软硬沥青复配混合料的设计。软硬沥青复配混合料配合比设计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。

5.2.1 配合比主要与应用目的、公路等级、气候条件、交通条件、路面类型等因素密切相关。考虑上述条件，并通过试验验证混合料性能，确定硬沥青的掺量。由表 2 可以看出，当掺量较少时对混合料的高温稳定性影响较小，当硬沥青掺量过大，则会导致混合料的低温性能变差，综合性能减弱。根据试验研究结果，硬沥青的掺量一般为混合料质量的  $0.4\% \pm 0.1\%$ 。密级配软硬沥青复配混合料（AC）采用软沥青或软改性沥青，密级配软硬沥青复配混合料（SMA）宜采用软改性沥青。

表 2 硬沥青掺量确定

硬沥青 掺量/%	技术指标	单位	混合料类型		
			AC-20 软沥青	AC-20 软改性沥青	SMA-13 软改性沥青
0	冻融劈裂试验残留强度比	%	80.1	83.7	85.1
	动稳定度	次/mm	846	2361	2474
	低温弯曲试验破坏应变	$\mu\epsilon$	2767	3157	3523
0.2	冻融劈裂试验残留强度比	%	84.7	87.8	89.2
	动稳定度	次/mm	1127	2728	4217
	低温弯曲试验破坏应变	$\mu\epsilon$	2534	3142	3274
0.4	冻融劈裂试验残留强度比	%	86.4	93.1	93.8
	动稳定度	次/mm	2684	4857	7500

	低温弯曲试验破坏应变	$\mu e$	2204	2747	3175
0.6	冻融劈裂试验残留强度比	%	88.6	94.3	95.6
	动稳定度	次/mm	3434	6384	9487
	低温弯曲试验破坏应变	$\mu e$	1746	2075	2282

5.2.3 由于硬沥青中含有一定量的灰分，因此将硬沥青中的灰分视作一部分填料计算，故公式（1）在计算矿料级配中填料的实际用量时，需在混合料设计填料中减去硬沥青的灰分含量。

5.2.4 确定好矿粉的掺量和硬沥青掺量后，拌制软硬沥青复配混合料时，宜采用干法工艺。首先将硬沥青和集料（或纤维）拌和均匀，然后依次加入软沥青（或软改性沥青）、填料。混合料拌和完成后放入烘箱，在成型温度条件下养生 2h~3h，最后成型马歇尔试件。干法工艺具体施工如图 1 所示。

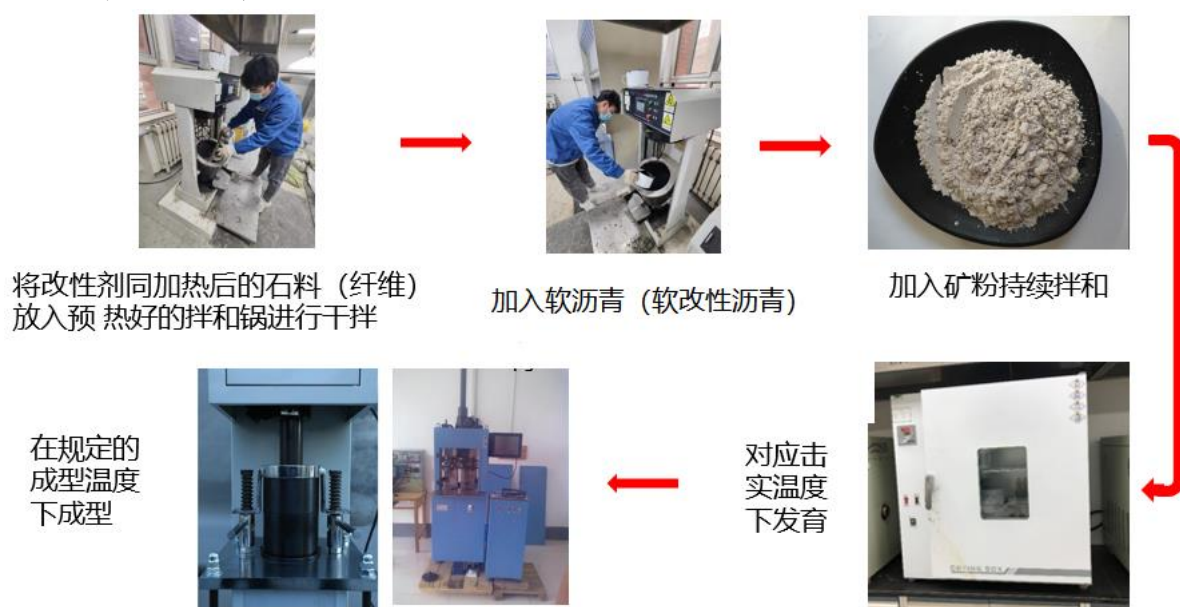


图 1 干法拌和工艺

依据室内试验研究，得出养生温度对混合料击实效果影响较大的结论，如图 2 所示。从图 2 养生时间与混合料空隙率和抗车

辙性能的关系曲线可以得出，养生时间对混合料性能有较大幅度提高，但养生时间过长会导致混合料的压实效果越差，且混合料性能衰减过快，因此将养生时间定为 2h~3h 为宜。分别对密级配沥青混合料（AC）和 SMA 沥青混合料成型各性能试件，对比 0h 和 2h 成型性能差别，试验结果如表 2 所示。由表 2 可以看出，混合料的抗水损害性能和高温抗车辙性能经过 2h 养生大幅度提高，低温性能有所降低，但仍满足规范要求。

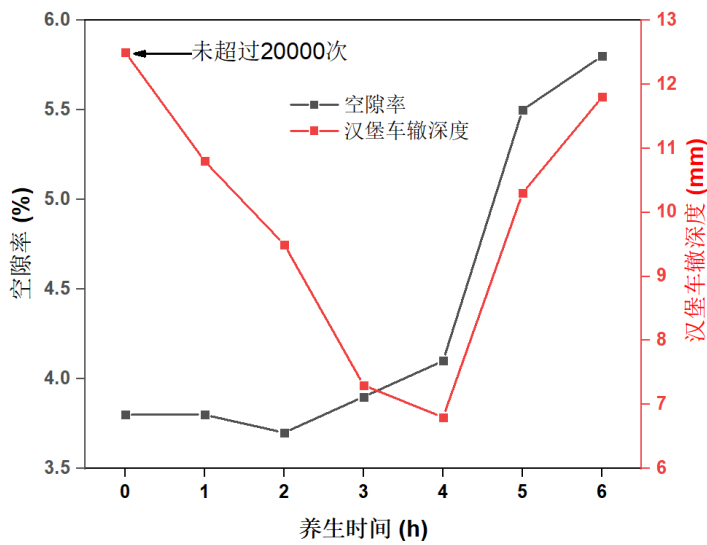


图 2 养生时间与混合料的空隙率和汉堡车辙深度关系

表 3 不同养生时间混合料性能

技术指标	密级配沥青混合料（AC）			SMA 沥青混合料	
		0h 成型	2h 成型	0h 成型	2h 成型
浸水马歇尔试验残留稳定度/%	普通	81.4	89.4	86.3	95.4
	改性	86.4	93.4		
冻融劈裂试验残留强度比/%	普通	78.2	86.4	83.7	93.8
	改性	82.7	93.1		
动稳定度/（次·mm <sup>-1</sup> ）	普通	1257	2684	2789	7500
	改性	2597	4857		
低温弯曲试验破坏应变/με	普通	2471	2204	3465	3175
	改性	2942	2747		

5.2.5 以初始成型温度为中值，按照一定间隔（5℃），取 5 个或 5 个以上不同的成型温度分别成型马歇尔试件，确定不同温度下沥青混合料试件的各项体积指标。

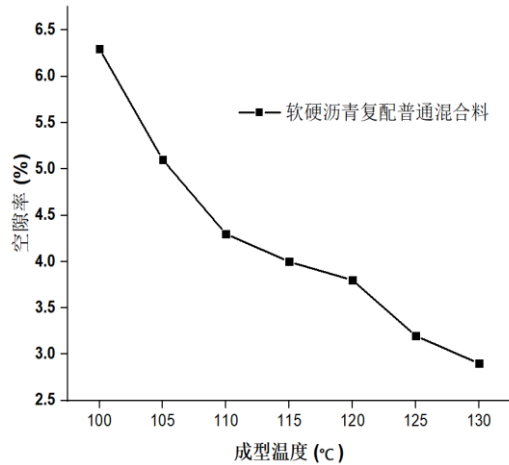


图 3 AC-20 软硬沥青复配普通混合料图

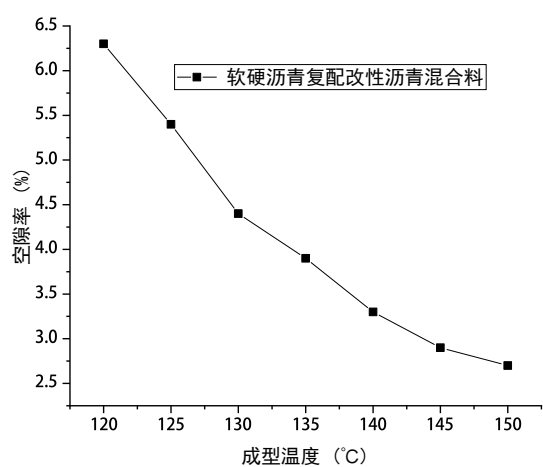


图 4 AC-20 软硬沥青复配改性混合料

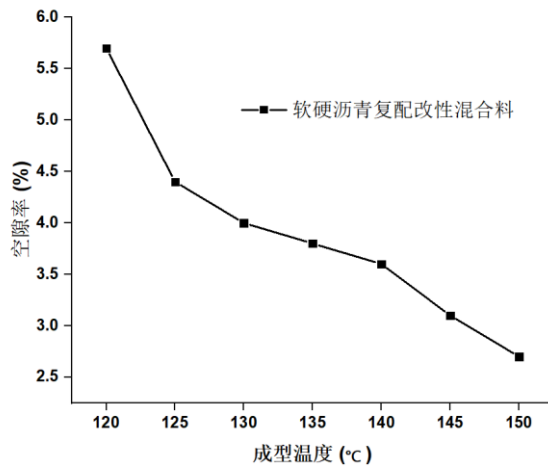


图 5 SMA-13 软硬沥青复配改性混合料

图 3 为 AC-20 密级配软硬沥青复配普通混合料和图 4 为 AC-20 密级配软硬沥青复配改性混合料不同成型温度对空隙率影响，图 5 为 SMA-13 软硬沥青复配改性混合料成型温度与空隙率关系，从图 3~图 5 可以看出，成型温度越高，空隙率越小，其

中软硬沥青复配普通混合料成型温度定为  $110^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$  时空隙率符合要求；软硬沥青复配改性混合料成型温度定为  $130^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$  时空隙率符合要求。结合试验结果和沥青混合料的类型，同时参考 JTG F40 中对矿料加热温度、沥青加热温度、拌和温度与成型温度的关系，推荐了表 2 的室内试验温度范围。

5.3 软硬沥青复配混合料在配合比设计基础上对混合料的动稳定度、浸水马歇尔试验残留稳定度、冻融劈裂试验残留强度比、低温弯曲试验破坏应变进行各项性能检测。参考 JTG F40 中山东省所处的气候分区和混合料性能指标要求和试验结果（表 3），提出了软硬沥青复配混合料的技术规定，其中提高了沥青混合料水稳定性技术指标要求和 SMA 沥青混合料的低温性能技术要求，对于普通和改性的密级配沥青混合料（AC），冻融劈裂分别  $\geq 80\%$  和  $\geq 85\%$ ；SMA 沥青混合料冻融劈裂  $\geq 85\%$ ，低温弯曲试验破坏应变  $\geq 2800\mu\epsilon$ 。

## 6 生产与施工

6.2.1 由于软硬沥青复配混合料在拌和站生产过程中包括硬沥青与集料在一起预拌的过程，因此延长生产过程中干拌时间在 10s~15s 范围内，湿拌时间适当延长到 35s~45s。

6.2.2 山东省拌和站多为间歇式拌和机，软硬沥青复配混合料也采用间歇式拌和机。

6.2.3 硬沥青可采用人工或自动添加方式，当使用量较少时采用，人工添加方式更加灵活、方便；当生产混合料的量较大时

采用专用配套设备，效率更高、添加更为准确。

## 附录 A

A.4.1 室内试验的拌和与场站拌和工艺上存在差别，场站拌和矿粉和集料、硬沥青、添加剂等先干拌，然后再加入沥青湿拌，而室内拌和是集料、硬沥青、添加剂干拌，然后加入沥青拌和，再加入矿粉拌和。室内拌和功效较场站差，因此室内拌和时间湿拌时间延长到 90s。

## 四、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

### （一）与现行法律及政策文件的关系

与本文件密切相关的法律及政策文件有：《交通运输部关于印发《绿色交通“十四五”发展规划》的通知》（交规划发〔2021〕104号）、《山东省人民政府关于印发山东省“十四五”综合交通运输发展规划的通知》（鲁政字〔2021〕127号）、《山东省交通运输厅关于印发山东省交通运输科技创新“十四五”发展规划的通知》（鲁交发〔2021〕9号）、《山东省交通运输厅关于印发山东省交通运输节能环保“十四五”发展规划的通知》（鲁交发〔2021〕8号）等。本文件符合上述法律及政策文件的要求。

### （二）与国际标准的关系

没有与本文件密切相关的国际标准。

### （三）与国家标准的关系

没有与本文件密切相关的推荐性国家标准和强制性国家标准。

### （四）与行业标准的关系

与本文件密切相关的行标有《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)、《公路工程集料试验规程》(JTG 3432)、《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450)、《沥青混合料改性添加剂》(JT/T 860)、《沥青混合料改性添加剂 第 5 部分:天然沥青》(JT/T 860.5)、《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)《沥青路面用纤维》(JT/T 533)。

#### **(五) 与地方标准的关系**

与本文件密切相关的地方标准有《岩沥青路用技术要求》(DB37/T 2536), 岩沥青路用技术要求不同之处如下: 本文件所用的硬沥青灰分放宽值 30%, 0.075mm 的通过率为 100%, 对沥青采用湿法改性方式。

《道路用布敦岩沥青》(DB34/T2323), 不同之处如下: 布敦岩沥青级配较粗, 有级配要求, 灰分含量在 65%~75%。

#### **五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据**

本文件无重大分歧意见。

#### **六、对地方标准自发布日期至实施日期之间的过渡期(以下简称“过渡期”)的建议及理由**

建议过渡期是 1 个月。

公路及城市道路建设单位、设计单位及施工单位等是标准实施的主体, 为确保其准确理解、掌握和执行标准, 规范软硬沥青复配混合料项目的实施, 标准发布后将向标准实施主体进行推广和宣贯, 推动标准的落地实施。预计此项工作需要 1 个月的时间

过渡。

## 七、实施效益分析

本文件主要技术在长深高速沥青路面上面层和下面层得到应用，共计使用软硬复配沥青混合料 6400 多吨，在生产、施工过程中完全按照本文件的相关技术要求进行，施工过程中各项参数均在可控范围内，对使用软硬复配沥青混合料的路面进行现场和实验室同时检测，软硬复配沥青混合料相较于热拌沥青混合料高温性能略低，但低温性能和抗水损害性能更好，沥青混合料高温性能、抗水损害性能、低温性能、抗渗性能等各项技术指标均可以满足规范及设计要求，其中大部分性能远远高于设计标准的要求，其综合性能要好于传统沥青混合料。成型路面具备平整、舒适、噪音低等特点，且根据现场检测结果反馈，路面的长期耐久性良好。

应用结果表明，本文件的主要技术完全具备指导软硬复配沥青混合料的生产、施工的能力。

本文件制定了软硬沥青复配混合料施工技术要求，采用硬沥青干法工艺，充分发挥软沥青拌和温度低，硬沥青在施工过程中改善沥青混合料高温性能、水稳定性以及抗老化性能好的特点，在混凝土拌和过程中添加硬沥青，达到硬沥青对软沥青的改性作用，在达到相同混凝土性能的前提下，软沥青的拌和温度较 70 号沥青低  $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，且施工和易性更好。该技术充分发挥两种沥青的优势，达到性能互补。经测算，采用软硬沥青复配混合料技术，每吨沥青混凝土可节约燃料油 2.4L，并可减少 30% 的  $\text{CO}_2$



等气体以及粉尘的排放量。该标准有利于促进新技术在省内的推广应用，引导行业良性发展，从而推动绿色高速建设的发展，具有显著的经济优势和社会效益。

## 八、标准名称变更的说明

在 2024 年 10 月 18 日《软硬沥青复配温拌沥青混合料施工技术指南》（送审稿）山东省地方标准专家审查会上，审查委员听取编制组汇报后，提出了鉴于文件内容和技术要求与温拌技术不相关，建议将标准名称修改为“软硬沥青复配混合料施工技术要求”。

提出部门：



2024 年 12 月