

团 体 标 准

T/SDHTS XXXXX-XXXX

玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术规程

Technical specifications for design and
construction of basalt fiber asphalt mixture

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

山东公路学会 发 布

目 次

前 言	I
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 材料	3
4.1 玄武岩纤维	3
4.2 沥青、集料、填料	3
5 配合比设计	4
5.1 一般规定	4
5.2 级配	4
5.3 配合比设计	4
5.4 技术指标	5
6 施工	5
6.1 施工准备	5
6.2 纤维投放	6
6.3 拌和	6
6.4 混合料运输、摊铺、碾压、接缝处理、开放交通	6
7 施工质量管理与检查验收	7
7.1 一般规定	7
7.2 施工质量管理	7
7.3 检查验收	7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东高速建设管理集团有限公司提出。

本文件由山东公路学会归口。

本文件起草单位：XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、……

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、……

玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术规程

1 范围

本文件规定了玄武岩纤维沥青混合料的材料、配合比设计、施工、施工质量管理与检查验收。

本文件适用于公路新建、改扩建和养护工程沥青路面的设计和施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG D50 公路沥青路面设计规范

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG/T3350-03 排水沥青路面设计与施工技术规范

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

JT/T 533 沥青路面用纤维

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

玄武岩纤维 basalt fiber

以玄武岩为主材料，经过高温熔融后，提炼、抽丝并经特殊的表面处理按一定长度剪切而成的纤维。

3.2

玄武岩纤维沥青混合料 basalt fiber asphalt mixtures

由矿料、沥青结合料和玄武岩纤维拌和而成的沥青混合料。按矿料级配组成及空隙率大小分为玄武岩

纤维密实型沥青混合料、玄武岩纤维沥青玛蹄脂碎石混合料和玄武岩纤维开级配沥青混合料。

3.3

玄武岩纤维密实型沥青混合料 basalt fiber stone mastic asphalt

按密实级配原理设计组成的玄武岩纤维沥青混合料，简称 BFAC。

3.4

玄武岩纤维沥青玛蹄脂碎石混合料 basalt fiber stone mastic asphalt

由沥青结合料与少量的玄武岩纤维稳定剂、细集料以及较多量的填料（矿粉）组成的沥青玛蹄脂填充于间断级配的粗集料骨架的间隙，组成一体的玄武岩纤维沥青混合料，简称 BFSMA。

3.5

玄武岩纤维开级配沥青混合料 basalt fiber porous asphalt mixture

矿料级配主要由粗集料嵌挤组成，细集料及填料较少，设计空隙率为 18%~25% 的一种玄武岩纤维沥青混合料，简称 BFPA。

4 材料

4.1 玄武岩纤维

4.1.1 玄武岩纤维应采用防潮材料密封包装，并易于存储与运输。

4.1.2 玄武岩纤维进场检测技术指标应符合表 1 要求。

表 1 沥青混合料用玄武岩纤维技术要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
外观		/	束状、短切	目测
长度	平均长度	mm	6、9、12	JT/T 533 附录 R
	偏差	%	±10	JT/T 533 附录 R
直径	平均直径	μm	16	JT/T 533 附录 H
	偏差	%	±10	JT/T 533 附录 H
断裂强度		MPa	≥2000	JT/T 533 附录 S
断裂伸长率		%	2.0~3.0	JT/T 533 附录 S
断裂强度保留率		%	≥85	JT/T 533 附录 S
吸油率		倍	≥0.5	JT/T 533 附录 D
密度		g/cm ³	≥2.600	JT/T 533 附录 I 或 J
含水率		%	≤0.2	JT/T 533 附录 E

4.2 沥青、集料、填料

沥青、集料、填料应满足 JTG F40 或 JTG/T3350-03 规定。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 玄武岩纤维沥青混合料应采用热拌热铺工艺，宜根据路面层位、集料公称最大粒径等因素选定玄武岩纤维的规格型号，细粒式沥青混合料宜选用短切玄武岩纤维长度为 6mm，中粒式沥青混合料宜选用短切玄武岩纤维长度为 6mm、9mm，粗粒式沥青混合料宜选用短切玄武岩纤维长度为 9mm、12mm。

5.1.2 玄武岩纤维掺量以纤维占沥青混合料总量的质量百分率计算，其掺量宜为 0.3%~0.5%。

5.2 级配

玄武岩纤维沥青混合料矿料级配范围应满足表 2 的规定。

表 2 玄武岩纤维沥青混合料推荐矿料级配范围

筛孔尺寸/mm	通过相应筛孔尺寸的沥青混合料质量百分率，%							
	BFAC-13	BFAC-16	BFAC-20	BFAC-25	BFSMA-13	BFSMA-16	BFPA-13	BFPA-16
31.5	—	—	—	100	—	—	—	—
26.5	—	—	100	90~100	—	—	—	—
19	—	—	90~100	75~90	—	100	—	100
16	100	90~100	78~92	65~83	100	90~100	100	90~100
13.2	90~100	76~92	62~80	57~76	90~100	65~85	90~100	60~90
9.5	68~85	60~80	50~72	45~65	50~75	45~65	40~71	40~60
4.75	38~68	34~62	26~56	24~52	25~34	25~32	10~30	10~26
2.36	24~50	20~48	16~44	16~42	17~26	17~24	9~20	9~20
1.18	15~38	13~36	12~33	12~33	14~24	14~22	7~17	7~17
0.6	10~28	9~26	8~24	8~24	12~20	12~18	6~14	6~14
0.3	7~20	7~18	5~17	5~17	10~16	10~15	5~12	5~11
0.15	5~15	5~14	4~13	4~13	9~15	9~14	4~9	4~9
0.075	4~8	4~8	3~7	3~7	8~12	8~12	3~6	3~5

5.3 配合比设计

5.3.1 玄武岩纤维沥青混合料配合比设计包括目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段，通过各阶段试验确定矿料级配及最佳沥青用量。

5.3.2 玄武岩纤维沥青混合料配合比设计宜采用马歇尔设计方法，配合比设计流程参照 JTG F40 附录 B 执行；也可根据实际情况采用旋转压实等其他先进的配合比设计方法，但混合料性能指标应满足本规程要求。

5.3.3 玄武岩纤维沥青混合料生产配合比确定的最佳沥青用量与目标配合比的结果差值应不超过±0.2%，

如超出此范围，应分析原因，重新进行生产配合比设计，并进行混合料性能检验。

5.4 技术指标

5.4.1 玄武岩纤维沥青混合料的体积指标技术要求应满足表 3 的规定。

表 3 玄武岩纤维沥青混合料体积指标技术要求

试验项目	单位	技术要求		
		BFAC	BFSMA	BFPA
试件尺寸	mm	$\phi 101.6 (\pm 0.2) \times 63.5 (\pm 1.3)$		
击实次数	次	双面 75		双面 50
空隙率	%	3~6	3~4	18~25
稳定度	kN	≥ 8	≥ 6	≥ 5
流值	mm	2-4	-	-
粗骨料骨架间隙率 VCA_{mix}	-	-	$\leq VCA_{DRC}$	-
谢伦堡沥青析漏试验 的结合料损失	%	-	≤ 0.3	≤ 0.3
肯塔堡飞散试验的混 合料损失	%	-	≤ 15	≤ 15
矿料间隙率	%	参照 JTG F40 相关技 术指标要求	≥ 15.5	-
沥青饱和度	%	参照 JTG F40 相关技 术指标要求	70-85	-
注：根据工程项目实际情况及沥青类型，BFPA 沥青混合料的谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失可提高至 0.5%。				

5.4.2 玄武岩纤维沥青混合料的性能指标技术要求应满足表 4 的规定。

表 4 玄武岩纤维沥青混合料性能技术要求

性能指标	单位	技术要求				试验方法
		BFAC（基质沥青）	BFAC（改性沥青）	BFSMA	BFPA	
动稳定度	次/mm	≥ 1200	≥ 3500	≥ 4000	≥ 5000	T0719
浸水马歇尔 残留稳定度	%	≥ 80	≥ 85	≥ 85	≥ 85	T0709
冻融劈裂残 留强度比	%	≥ 75	≥ 80	≥ 80	≥ 80	T0729
弯曲应变	$\mu \epsilon$	≥ 2300	≥ 2800	≥ 2800	≥ 2500	T0728
渗水系数	ml/min	≤ 120	≤ 120	≤ 80	≥ 5000	T0971

6 施工

6.1 施工准备

6.1.1 不宜在气温低于 10℃以及大风、雨雪天、路面潮湿时施工。

6.1.2 在铺筑玄武岩纤维沥青混合料之前，应检查基层或下卧沥青层表面的质量，符合要求后方可铺筑沥青层。

6.1.3 施工前应对沥青拌和机、纤维投料机、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。

6.2 纤维投放

6.2.1 工程量较大时玄武岩纤维投放宜采用自动机械投放，工程量较小时宜采用人工投放。

6.2.2 自动机械投放应设置称重式纤维投放装置，称重误差控制在 $\pm 5\%$ 。

6.2.3 采用人工投放方式时，依据拌和站每盘混合料玄武岩纤维需求量进行分袋包装，便于计量投放；投放时应增加鸣笛或闪灯等信息提示以及计量监控装置，确保不发生纤维漏投、多投、少投等现象。

6.3 拌和

6.3.1 玄武岩纤维沥青混合料应采用间歇式拌和设备在沥青拌合机集中拌制。

6.3.2 玄武岩纤维应与集料同时加入拌和锅，且应在集料加入结束前添加完毕。

6.3.3 玄武岩纤维沥青混合料的拌和时间应根据生产配合比调试确定，间歇式拌和机每盘的生产周期不宜少于 55 s，整体干拌时间宜为 10 s~15 s，拌和后混合料应均匀一致，无花白料。

6.3.4 拌制的玄武岩纤维沥青混合料因故不能立即在工程中使用，需在储料仓中存放，不应超过 12h。

6.3.5 玄武岩纤维沥青混合料拌和温度宜参照表 5 的范围选择。

表 5 玄武岩纤维沥青混合料拌和温度

施工阶段	温度℃	
	基质沥青	SBS 改性沥青
沥青加热温度	155-165	160-165
矿料加热温度	175-190	190-220
混合料出料温度	145-165	170-185
混合料废弃温度	> 195	> 195

6.4 混合料运输、摊铺、碾压、接缝处理、开放交通

6.4.1 玄武岩纤维沥青路面施工温度宜参照表 6 的范围选择。

表 6 玄武岩纤维沥青路面施工温度

施工阶段	温度℃	
	基质沥青	SBS 改性沥青
运输到现场温度	> 145	> 170
摊铺温度	> 140	> 165
碾压终了表面温度	> 70	> 90

6.4.2 玄武岩纤维沥青混合料的运输、摊铺、碾压、接缝处理、开放交通应按照 JTG F40 及 JTG/T3350-03 的规定执行。

7 施工质量管理与检查验收

7.1 一般规定

7.1.1 玄武岩纤维沥青路面施工应建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查评定。

7.1.2 宜引入信息化手段进行关键施工工序数据的自动采集和记录。

7.2 施工质量管理

7.2.1 玄武岩纤维沥青混合料生产过程中,沥青、集料、矿粉等原材料的检查项目与频度应符合 JTG F40 及 JTG/T3350-03 的要求；玄武岩纤维的检查项目与频度应符合表 7 的规定,其技术要求应符合本文件表 4 的规定。

表 7 玄武岩纤维进厂质量检查项目与频度

检测项目		检测频率	试验方法
长度	平均长度	每批一次 ¹⁾	JT/T 533 附录 R
	偏差	每批一次	JT/T 533 附录 R
直径	平均直径	每批一次	JT/T 533 附录 H
	偏差	每批一次	JT/T 533 附录 H
断裂强度		必要时 ²⁾	JT/T 533 附录 S
断裂伸长率		必要时	JT/T 533 附录 S
断裂强度保留率		必要时	JT/T 533 附录 S
吸油率		每批一次	JT/T 533 附录 D
密度		每批一次	JT/T 533 附录 I 或 J
含水率		每批一次	JT/T 533 附录 E
注：1) 一批是指以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料；			
注：2) 必要时是指参建各方任何一个单位对其质量发生怀疑，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度检测。			

7.2.2 玄武岩纤维沥青混合料生产过程质量检查及施工过程检查项目应符合 JTG F40 及 JTG/T3350-03 规定。

7.3 检查验收

玄武岩纤维沥青路面检验验收实测项目及要求应符合 JTG F40、JTG/T3350-03 和 JTG F80/1 的规定。

《玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术规范》 团体标准编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

根据山东公路学会《关于发布第一批山东公路学会标准立项计划的通知》（鲁公学会〔2023〕6号），《玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术规范》列入2023年山东公路学会团体标准编制计划。

1.2 起草单位和人员

起草单位：山东高速建设管理集团有限公司、山东省交通科学研究院

协作单位：山东高速半岛投资有限公司。

起草人：周昆、马亚、韦金城、董昭、徐庆超、赵峰、李娜、柳久伟、石南、徐书东、李岩、张晓萌、李骏、胡东明、王杰。

1.3 起草过程

（一）成立标准编制工作组

2023年3月山东公路学会批准立项后山东高速建设管理集团有限公司成立《玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术标准》标准编制工作组，制定标准编制工作方案与目标任务，对参与标准编制的相关单位及主要人员进行具体分工，由山东省交通科学研究院负责落实具体编制工作。

（二）工作调研

2023年3月至4月，标准编制工作组深入省内外主要玄武岩纤维生产厂家及应用单位开展前期调研工作，围绕玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术，与玄武岩纤维研发生产、玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术人员进行深入交流，掌握生产应用实际情况，听取大家对标准主要技术内容的意见与建议。

（三）资料与标准收集

标准编制组收集了与玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术相关的行业标准、地方标准及科研资料，在对相关标准及资料进行认真整理分析的基础上，主要编制人员对《玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术标准》标准的编制工作进一步的论证和研讨，初步确定了编制

原则、标准框架与主要内容。

（四）起草阶段

2023 年 4 月至 6 月，标准编制工作组按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》，结合前期调研与资料收集情况，根据我省玄武岩纤维沥青混合料应用实际情况，充分利用现有行业资料，结合科研成果，参考行业标准与地方标准，起草了标准草案稿。

（五）形成工作组讨论稿

2023 年 7 月至 12 月，标准编制工作组组织相关单位和专家就标准内容进行多次研讨，完成了标准草案的编制工作并报送山东公路学会审核，2023 年 12 月标准编写小组根据秘书处审核意见修改后形成标准初稿。

二、标准编制目的及意义

随着我国一带一路政策的不断深入，在未来很长一段时间内我国沥青路面的总里程数还会不断增加，如何合理利用新型道路材料来改善沥青路面的结构性能，避免或减少沥青面层的病害出现，延长沥青路面使用寿命或者大修周期，保证沥青路面在使用年限内的良好路用性能是我国道路行业建设者研究的重中之重。近些年，我国在提高沥青路面整体性能及延长使用寿命方面开展了大量的研究工作，包括沥青路面结构组合设计研究、新型沥青路面材料的开发研究、路面排水设计研究、施工技术及管理研究等。其中，新型沥青路面材料的开发研究是提高沥青路面结构耐久性的重要措施，目前，在国内外的路面研究中发现添加纤维是能够有效提高沥青混合料路用性能的重要途径。从微观上，纤维对沥青基体的性质产生了改善作用；从宏观上，纤维对沥青混合料整体强度的基本参数产生了重要影响，其具有独特的改善机理。对于常规的沥青混合料，其添加的纤维一般为木质素纤维或者聚酯纤维，这些纤维的最大特点是随着使用时间的增加，出现不同程度的衰减，直接导致混合料性能的劣化或产生不可再生的作用。

玄武岩纤维作为一种新型的矿物纤维，不仅具有断裂强度高、弹性模量大，良好的耐腐蚀性能、不老化、不氧化、耐紫外线性能好，且与沥青和集料有较好的亲和力等诸多优良的力学和物理化学性能，同时在沥青路面使用过程中玄武岩纤维对环境无污染，不影响沥青材料的再生利用。因此成为一种具有很大开发与应用前景的绿色、环保的新型生态材料。为了进一步规范玄武岩纤维在沥青混合料设计及施工中的标准化应用，急需制定相应的标准规程指导玄武岩纤维在沥青混合料中的工程应用，对于提高沥青路面使用品质，改善早期破坏现

象，提高沥青路面耐久性具有重要的工程意义。

三、标准编制依据

3.1 标准的编制原则

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作到则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准应具有科学性、先进性、系统性和可行性，同时标准要具有可操作性和规范性。

3.2 标准编写的主要依据

1.编制依据

本标准的编制是在国家、我省关于玄武岩纤维沥青混合料的研究基础上，结合本技术在我省的实际开展情况，以适用性和可操作性、适度引领性等为原则，既考虑本技术的实用性和易操作性，同时充分听取各方意见的基础上形成的。在标准编制过程中，编写组主要把握了以下方面。

（1）在标准制定原则方面，本标准的制定是以指导玄武岩纤维沥青混合料的工程应用为导向，提出了玄武岩纤维沥青混合料关键指标，助力玄武岩纤维沥青混合料技术在我省公路建设行业中的应用。

（2）在标准主要内容方面，根据主要起草单位的多年研究成果，结合其他省份相关地方标准与行业协会相关标准，对玄武岩纤维沥青混合料的材料要求、级配范围、配合比设计指标等方面进行重新的定义和规范，依据玄武岩纤维特性设计混合料性能指标，混合料级配设计与体积设计指标相对应，保证了材料设计指标与现场施工性能的良好匹配，使玄武岩纤维沥青混合料技术的应用更加规范，促进了本技术在山东地区的应用。

2.参考资料

- （1）交通运输部行业标准《沥青路面用纤维》（JT/T533-2020）；
- （2）吉林省地方标准《玄武岩纤维沥青混合料设计与施工技术规范》（DB22/T 2786-2017）；
- （3）江苏省地方标准《玄武岩纤维沥青路面施工技术规范》（DB32/T 3710-2020）；
- （4）山东高速集团有限公司科技计划项目《玄武岩纤维在热拌沥青混合料中的应用研究》等文件。

四、主要技术内容

1 范围

本文件规定了玄武岩纤维沥青混合料的材料、配合比设计、施工、施工质量管理与检查验收。

本文件适用于公路新建、改扩建和养护工程沥青路面的设计和施工。玄武岩纤维沥青混合料可适用于路面结构上面层、中面层与下面层，还可根据需要应用于沥青路面的磨耗层及排水功能层。

2 规范性引用文件

本文件的编制主要从两个层面考虑，一个层面是吻合国家现有玄武岩纤维沥青混合料相关的国家、行业标准，充分利用现有国家、行业标准的基础；另一个层面是充分结合山东省现有地方标准的要求，与山东省地方特色保持一致。基于以上两个层面和标准文本中涉及的有关标准内容，列出了该标准引用的主要标准：

JTG D50 公路沥青路面设计规范

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG/T3350-03 排水沥青路面设计与施工技术规范

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

JT/T 533 沥青路面用纤维

3 术语和定义

本标准涉及 5 个术语，分别为玄武岩纤维、玄武岩纤维沥青混合料、玄武岩纤维密实型沥青混合料、玄武岩纤维沥青玛蹄脂碎石混合料、玄武岩纤维开级配沥青混合料。

玄武岩纤维是生产短切玄武岩纤维的原料，本规范如无特别说明，所涉及的玄武岩纤维均指短切玄武岩纤维，短切玄武岩纤维的性能指标与掺量对沥青混合料的性能影响较大。

玄武岩纤维密实型沥青混合料、玄武岩纤维沥青玛蹄脂碎石混合料、玄武岩纤维开级配沥青混合料是现阶段常用的 3 种玄武岩沥青混合料类型。玄武岩纤维密实型沥青混合料可应用于沥青路面的上、中、下面层，玄武岩纤维沥青玛蹄脂碎石混合料主要应用于沥青路面的

上面层，玄武岩纤维开级配沥青混合料主要应用于具有排水功能需求的沥青路面面层。。

4 材料

4.1 玄武岩纤维

玄武岩纤维是将天然玄武岩单一矿石高温熔融，通过铂铑合金漏板高速拉丝和表面处理，制备而成的连续纤维。因各厂家玄武岩纤维的成分及生产工艺有较大差异，因此玄武岩纤维性能也有较大差别，为了保证玄武岩纤维沥青混合料质量，我们参考了现有行业标准，结合编制组的试验及工程应用情况，JT/T 533《沥青路面用纤维》5.2.3条束状矿物纤维技术要求和试验方法能够较好的控制玄武岩纤维质量，本标准本着即保证玄武岩纤维混合料性能也便于推广应用的思想，主要参考了交通运输行业标准 JT/T 533 相关技术要求作为玄武岩纤维进厂检测技术指标。

①玄武岩纤维长度宜根据路面层位、集料公称最大粒径等因素选定，细粒式沥青混合料宜选用短切玄武岩纤维长度为 3mm、6mm，中粒式沥青混合料宜选用短切玄武岩纤维长度为 6mm、9mm，粗粒式沥青混合料宜选用短切玄武岩纤维长度为 9mm、12mm。

②玄武岩纤维直径：现阶段我国玄武岩纤维的拉丝工艺已经可以制备直径 $6\mu\text{m}$ 玄武岩纤维，但是直径越细工艺越复杂成本越高，综合考虑技术成熟度与经济性，直径要求定为 $16\mu\text{m}$ 偏差 $\pm 10\%$ 确保尺寸均匀性。

③断裂强度、断裂伸长率：玄武岩纤维的力学指标主要是断裂强度与断裂伸长率，现阶段关于玄武岩纤维的力学指标要求存在较大差异，我们参考了《玄武岩纤维分类分级及代号》GB/T 38111-2019、《公路工程玄武岩纤维及其制品-第1部分：玄武岩短切纤维》JT/T 776.1-2010、《公路玄武岩纤维及其复合筋水泥混凝土路面技术指南》(2020版)TCHTS10025-2020、《公路工程用短切玄武岩纤维》T/ZZB 0540-2018,结合工程应用实践，本着既保证玄武岩纤维沥青混合料的性能，也便于推广应用的指导思想，我们采纳了 JT/T 533《沥青路面用纤维》断裂伸长率技术指标要求：断裂伸长率介于 2.0%~3.0%之间，适度提高了断裂强度技术指标 $>2000\text{MPa}$ 。

④断裂强度保留率：玄武岩纤维混合料现在以热拌热铺工艺为主，在制备过程中玄武岩纤维经受 $170^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的高温，因此必须要求玄武岩纤维的耐热性，用断裂强度保留率表示，即将玄武岩纤维置于 210°C 烘箱内加热 1h 后，按 JT/T 533 附录 S 规定的方法检测断裂强度，要求 $\geq 85\%$ 。

⑤吸油率：玄武岩纤维吸油率需要 $\geq 50\%$ ，保持一定的吸油特性能够增加混合料沥青用

量，合理增加沥青用量又不至于泛油对于提高混合料耐久性有积极作用。

⑥玄武岩纤维密度：考虑到玄武岩纤维密度对于玄武岩纤维沥青混合料理论密度计算结果具有较大影响，常规致密玄武岩矿石表观密度 $>2.800\text{g/cm}^3$ ，保证玄武岩纤维主要原材料为玄武岩矿石设定玄武岩纤维密度 $\geq 2.600\text{g/cm}^3$ 。

⑦含水率：玄武岩纤维的吸水后宜结团、不易分散，严重影响玄武岩纤维沥青混合料的质量，必须对含水率做限制，含水率 $\leq 0.2\%$ 。

4.2 沥青、集料、填料

本标准中玄武岩纤维混合料与常规沥青混合料材料组成区别在于掺加了玄武岩纤维，所用矿料、填料及沥青只要符合 JTGF40《公路沥青路面施工技术规范》及 JTGT3350-03《排水沥青路面设计与施工技术规范》相关技术指标要求均可使用，因此本标准并没有特殊要求。

5 配合比设计

5.1 一般规定

编制组参考课题研究《玄武岩纤维在热拌沥青混合料中的应用研究》实验结果及不同纤维掺量不同类型的混合料性能试验结果，玄武岩纤维掺量与混合料性能之间有最佳掺量问题，合理的玄武岩掺量需要通过科学的配合比设计确定。研究发现随着玄武岩纤维掺量的增加，沥青混合料动稳定度、低温弯拉应变、水稳定性先增大后减小，玄武岩纤维掺量以纤维占沥青混合料总量的质量百分率计算，其掺量宜为 $0.3\%\sim 0.5\%$ 。

5.2 级配

玄武岩纤维密级配沥青混合料与玄武岩纤维开级配沥青混合料玄武岩纤维的加入仅相当于外加剂添加对混合料起到加筋作用，对混合料体积指标影响较小，因此本标准确定玄武岩纤维密级配沥青混合料矿料级配范围应满足 JTGF40《公路沥青路面施工技术规范》相关技术指标要求，玄武岩纤维开级配沥青混合料矿料级配范围应满足 JTGT3350-03《排水沥青路面设计与施工技术规范》相关技术指标要求。玄武岩纤维沥青玛蹄脂碎石混合料玄武岩纤维加入对沥青玛蹄脂性能影响较大进而对混合料体积指标影响较大，本标准对 BFSMA13 与 BFSMA16 在 JTGF40《公路沥青路面施工技术规范》级配范围基础上进行优化调整以满足混合料体积指标技术要求，优化后关键控制筛孔 4.75mm 筛孔通过率下限由原来 20% 提高到 25% 上限不变， 2.36mm 筛孔通过率下限由原来 15% 提高到 17% 上限不变，适当增加 $0\sim 5\text{mm}$ 细集料用量用于填补玄武岩纤维吸油率较木质素纤维低造成的体积指标变化。

5.3 配合比设计

玄武岩纤维沥青混合料配合比设计依据 JTG F40 《公路沥青路面施工技术规范》相应的沥青混合料配合比设计方法进行，根据马歇尔体积指标确定混合料的级配和最佳沥青用量。

5.4 技术指标

5.4.1 玄武岩纤维沥青混合料体积指标

玄武岩纤维沥青混合料配合比设计按照马歇尔设计方法进行，玄武岩纤维密级配沥青混合料与玄武岩纤维开级配沥青混合料玄武岩纤维的加入对混合料体积指标影响较小，混合料体积指标未进行特别要求分别按照 JTG F40 《公路沥青路面施工技术规范》与 JTG/T3350-03 《排水沥青路面设计与施工技术规范》相关技术指标要求执行。

玄武岩纤维沥青玛蹄脂碎石混合料较常规掺加木质素纤维沥青玛蹄脂碎石混合料体积指标有较大变化，由于玄武岩纤维吸油率较低，考虑到尽可能增加沥青用量提升混合料性能且成品路面不泛油条件下将谢伦堡沥青析漏损失由 0.1%提升到 $\leq 0.3\%$ ，由于玄武岩纤维吸油率仅为自身重量的 50%~80%较木质素纤维吸油率 500%~700%相差巨大造成玄武岩纤维沥青混合料最佳沥青用量明显偏小，由此导致矿料间隙率与沥青饱和度降低，通过典型玄武岩矿料试验研究结果确定矿料间隙率 $\geq 15.5\%$ ，沥青饱和度 70%~85%。

5.4.2 玄武岩纤维沥青混合料的性能指标：

山东省气候分区为 1-3-2 夏炎热冬冷湿润区，夏季最热月平均最高气温 $>30^{\circ}\text{C}$ ，年极端最低气温介于 $-21.5^{\circ}\text{C}\sim-9^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量介于 500mm~1000mm 之间，依据山东省气候分区及参考交通行业标准制定玄武岩纤维沥青混合料性能技术指标。

①水稳定性

编制组参考课题研究《玄武岩纤维在热拌沥青混合料中的应用研究》实验结果，统一采用玄武岩纤维长度为 6mm 不同纤维掺量及不同混合料类型通过浸水马歇尔和冻融劈裂试验验证玄武岩纤维沥青混合料抗水损害能力，浸水马歇尔试验结果如表 1 所示，冻融劈裂强度试验结果如表 2 所示。

表 1 不同纤维掺量不同类型的混合料浸水马歇尔试验结果

混合料类型	浸水马歇尔残留稳定度比 (%)			
	玄武岩纤维掺量 (%)			
	0.3	0.4	0.5	0.6
BFAC13（70#沥青）	84.2	87.0	85.8	83.7
BFAC13（SBS 改性沥青）	88.9	89.9	88.1	87.8
BFSMA13	87.5	89.3	88.9	87.4

BFPA13	84.2	85.8	85.4	82.8
--------	------	------	------	------

表 2 不同纤维掺量不同类型的混合料冻融劈裂试验结果

混合料类型	冻融劈裂强度比 (%)			
	玄武岩纤维掺量 (%)			
	0.3	0.4	0.5	0.6
BFAC13 (70#沥青)	78.1	80.5	78.9	77.5
BFAC13 (SBS 改性沥青)	82.9	84.0	82.5	82.0
BFSMA13	82.4	83.5	83.4	83.1
BFPA13	82.2	83.3	82.5	80.5

通过不同玄武岩纤维掺量的马歇尔残留稳定度与冻融劈裂试验结果可知，普通沥青玄武岩纤维沥青混合料马歇尔残留稳定度比能够达到 $>80\%$ 指标要求，冻融劈裂强度比能够达到 $>75\%$ 指标要求，改性沥青玄武岩纤维沥青混合料马歇尔残留稳定度比能够达到 $>85\%$ 指标要求，冻融劈裂强度比能够达到 $>80\%$ 指标要求。

②高温稳定性

编制组参考课题研究《玄武岩纤维在热拌沥青混合料中的应用研究》实验结果，统一采用玄武岩纤维长度为 6mm 不同纤维掺量及不同混合料类型通过 60℃ 车辙试验验证混合料高温稳定性，高温稳定性试验结果如表 3 所示。

表 3 不同纤维掺量不同类型的混合料车辙试验结果

混合料类型	60℃动稳定度 (次/mm)				
	玄武岩纤维掺量 (%)				
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
BFAC13 (70#沥青)	1286	1562	1876	2288	2207
BFAC13 (SBS 改性沥青)	3328	3721	4082	4313	4120
BFSMA13	3957	4542	4713	5533	5221
BFPA13	4885	5513	5782	5612	5512

通过试验结果可知，当玄武岩纤维掺量大于 0.3% 时，普通沥青玄武岩纤维密级配沥青混合料动稳定度能够满足 >1500 次/mm 要求，改性沥青玄武岩纤维密级配沥青混合料动稳定度能够满足 >3500 次/mm 要求，玄武岩纤维沥青玛蹄脂沥青混合料动稳定度能够满足 >4000 次/mm 要求，玄武岩纤维开级配沥青混合料动稳定度能够满足 >5000 次/mm 要求。

③低温抗裂性

编制组参考课题研究《玄武岩纤维在热拌沥青混合料中的应用研究》实验结果，统一采用玄武岩纤维长度为 6mm 不同纤维掺量及不同混合料类型通过 -10℃ 低温小梁试验验证混合料低温抗裂性能，低温抗裂性能试验结果如表 4 所示。

表 4 不同纤维掺量不同类型的混合料低温抗裂试验结果

混合料类型	-10℃低温弯曲应变 ($\mu\epsilon$)
-------	------------------------------

	玄武岩纤维掺量 (%)			
	0.3	0.4	0.5	0.6
BFAC13 (70#沥青)	2332	2441	2412	2308
BFAC13 (SBS 改性沥青)	2890	2924	2852	2803
BFSMA13	2999	3063	3011	2952
BFPA13	2650	2854	2762	2620

通过试验结果可知，普通沥青玄武岩纤维密级配沥青混合料低温弯曲应变能够满足 $>2300\mu\epsilon$ 要求，改性沥青玄武岩纤维密级配沥青混合料及玄武岩纤维沥青玛蹄脂沥青混合料低温弯曲应变能够满足 $>2800\mu\epsilon$ 要求，玄武岩纤维开级配沥青混合料动低温弯曲应变能够满足 $>2500\mu\epsilon$ 要求。

6 施工

6.1 施工准备

玄武岩纤维沥青混合料施工依据 JTG F40 《公路沥青路面施工技术规范》进行施工机械机械及现场的技术准备。

6.2 纤维投放

工程量较大时玄武岩纤维投放应采用自动机械投放，工程量较小时可采用人工投放。自动机械投放应采用称重式纤维投放装置，计量误差应控制在 $\pm 5\%$ 。采用人工投放方式时，依据拌和站每盘混合料玄武岩纤维需求量进行分袋包装，便于计量投放；投放时应增加鸣笛或闪灯等信息提示以及计量监控装置，确保不发生纤维漏投、多投等现象。

6.3 拌和

玄武岩纤维拌制的工艺，特别是拌合时间与纤维在混合料中的分散形态密切相关，玄武岩纤维在混合料中的分散形态决定玄武岩纤维沥青混合料的性能，拌和时间过短，纤维分布不均匀，影响玄武岩纤维沥青混合料性能；拌和时间过长，会破坏纤维的形态，影响纤维的受力特性，同样影响玄武岩纤维沥青混合料性能。根据工程实践确定室内试验的推荐拌和方法：首先将加热后的集料干拌 15s，然后一次性加入玄武岩纤维干拌 15s~30s，然后加入沥青拌和 90s，最后加入填料拌和 90s。强制式搅拌机实际生产推荐拌和方法：间歇式拌和机每盘的生产周期不宜少于 55s，其中掺拌玄武岩纤维后的干拌时间应不少于 5s，整体干拌时间宜为 10s~15s，可根据实际情况调整，以所有矿料颗粒全部裹覆沥青结合料，无花白料，无纤维结团为原则。

6.4 混合料运输、摊铺、碾压、接缝处理、开放交通

对于玄武岩纤维沥青混合料,施工温度宜在 JTG F40 规定的基础上提高 5℃~10℃。

7 施工质量管理与检查验收

7.1 一般规定

玄武岩纤维沥青路面施工质量管理与检查验收应符合 JTG F40 和 JTG F80/1 的规定。

7.2 施工质量管理

玄武岩纤维沥青混合料生产过程质量检查应符合 JTG F40 及 JTG/T3350-03 规定,玄武岩纤维沥青路面施工过程检查项目和频度应符合 JTG F40 及 JTG/T3350-03 规定,玄武岩纤维进厂质量检测项目与频率按照本标准要求执行。

7.3 检查验收

玄武岩纤维沥青路面检验验收实测项目及要求应符合 JTG F40 和 JTG F80/1 的规定。

五、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

本标准中的试验方法借鉴规范 JT/T 533、JTG F40、JTG E20,结合国内多年来多条高等级公路的应用经验进行创新,本标准的技术要求都满足国内法律、法规和强制性标准的基本要求。

没有与本标准相关联的强制性国家标准。

本标准符合现行法律法规、政策文件的要求。

六、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

本标准无重大分歧意见。

七、涉及专利情况

本标准不涉及专利情况。

八、对团体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。

业主单位、施工单位、设计单位、监理单位是标准实施的主体,为确保其准确理解、掌握和执行标准,保证《玄武岩纤维沥青混合料设计及施工技术规程》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。

九、实施效益分析

玄武岩纤维作为一种新型的矿物纤维，不仅具有断裂强度高、弹性模量大，良好的耐腐蚀性能、不老化、不氧化、耐紫外线性能好，且与沥青和集料有较好的亲和力等诸多优良的力学和物理化学性能，可以显著提高沥青与集料的黏附性，增强纤维在沥青混合料中的加筋效果，提升沥青混合料的路用性能，延长沥青路面的使用寿命。同时在沥青路面使用过程中玄武岩纤维对环境无污染，不影响沥青材料的再生利用，相比于传统的木质素纤维、聚酯纤维等，玄武岩纤维的价格相对更加低廉，工程造价更小，具有良好的经济、社会、环境效益，具有良好的应用前景。