****

**T/CECS XXX-202X**

中国工程建设标准化协会标准

运营期低环境影响路面养护技术规程Technical specification of maintenance for low environmental impact pavement during operation period

（征求意见稿）

**中国XX出版社**

**中国工程建设标准化协会标准**

**运营期低环境影响路面养护技术规程**Technical specification of maintenance for low environmental impact pavement during operation period

 **T/CECS XXX-202X**

 主编单位：重庆大学

 山东大学

 批准部门：中国工程建设标准化协会

 施行日期：202X年XX月X日

**中国XX出版社**

**202X 北 京**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2023〕10号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分9章和3个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、路况调查与评价、多孔降噪路面养护、明亮路面养护、排水式净水路面养护、光催化尾气降解路面养护、质量检查与验收等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

 本规程由中国工程建设标准化协会绿色建造专业委员会归口管理，由重庆大学负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送重庆大学（地址：重庆市沙坪坝区沙正街174号，邮政编码：400044，邮箱：cuixz@sdu.edu.cn），以供修订时参考。

**主编单位：**重庆大学

山东大学

**参编单位：**

**主要起草人**：

**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 - 5 -

3 基本规定 - 7 -

4 路况调查与评价 - 9 -

4.1 一般规定 - 9 -

4.2 日常巡查 - 9 -

4.3 定期检测 - 10 -

4.4 路面环境功能状况评价 - 12 -

4.5 养护对策 - 14 -

5 多孔降噪路面养护 - 15 -

5.1 一般规定 - 15 -

5.2 养护维修材料 - 15 -

5.3 日常保养与维修 - 18 -

5.4 病害处治 - 19 -

5.5 养护工程设计 - 21 -

5.6 预防养护 - 23 -

5.7 修复养护 - 24 -

6 明亮路面养护 - 27 -

6.1 一般规定 - 27 -

6.2 养护维修材料 - 27 -

6.3 日常保养与维修 - 33 -

6.4 病害处治 - 34 -

6.5 养护工程设计 - 35 -

6.6 预防养护 - 38 -

6.7 修复养护 - 39 -

7 排水式净水路面养护 - 41 -

7.1 一般规定 - 41 -

7.2 养护维修材料 - 41 -

7.3 日常保养与维修 - 42 -

7.4 病害处治 - 42 -

7.5 养护工程设计 - 43 -

7.6 预防养护 - 45 -

7.7 修复养护 - 46 -

8 光催化尾气降解路面养护 - 48 -

8.1 一般规定 - 48 -

8.2 养护维修材料 - 48 -

8.3 日常保养与维修 - 50 -

8.4 病害处治 - 51 -

8.5 养护工程设计 - 52 -

8.6 预防养护 - 53 -

8.7 修复养护 - 55 -

9 质量检查与验收 - 57 -

附录A 路面余辉性能测试方法 - 59 -

附录B 排水式净水路面净水能力测试方法 - 60 -

附录C 车辆尾气有害污染物降解率测试方法 - 64 -

本规程用词说明 - 67 -

引用标准名录 - 68 -

Contents

1 General provisions - 1 -

2 Terms and Symbols - 2 -

2.1 Terms - 2 -

2.2 Symbols - 5 -

3 Basic Requirements - 7 -

4 Pavement condition investigation and evaluation - 9 -

4.1 General requirements - 9 -

4.2 Daily inspection - 9 -

4.3 Regular inspection - 10 -

4.4 Evaluation of Environmental Function Status of Pavement - 12 -

4.5 Maintenance countermeasures - 14 -

5 Maintenance of porous noise-reduction pavement - 15 -

5.1 General requirements - 15 -

5.2 Materials for maintenance and repair - 15 -

5.3 Daily maintenance and repair - 18 -

5.4 Disease treatment - 19 -

5.5 Design of maintenance engineering - 21 -

5.6 Preventive maintenance - 23 -

5.7 Corrective maintenance - 24 -

6 Maintenance of lightness pavement - 27 -

6.1 General requirements - 27 -

6.2 Materials for maintenance and repair - 27 -

6.3 Daily maintenance and repair - 33 -

6.4 Disease treatment - 34 -

6.5 Design of maintenance engineering - 35 -

6.6 Preventive maintenance - 38 -

6.7 Corrective maintenance - 39 -

7 Maintenance of water-purified pavement through drainage - 41 -

7.1 General requirements - 41 -

7.2 Materials for maintenance and repair - 41 -

7.3 Daily maintenance and repair - 42 -

7.4 Disease treatment - 42 -

7.5 Design of maintenance engineering - 43 -

7.6 Preventive maintenance - 45 -

7.7 Corrective maintenance - 46 -

8 Maintenance of photocatalytic exhaust gas degradation pavement - 48 -

8.1 General requirements - 48 -

8.2 Materials for maintenance and repair - 48 -

8.3 Daily maintenance and repair - 50 -

8.4 Disease treatment - 51 -

8.5 Design of maintenance engineering - 52 -

8.6 Preventive maintenance - 53 -

8.7 Corrective maintenance - 55 -

9 Quality inspection and acceptance - 57 -

Appendix A Test method for long afterglow performance of pavement - 59 -

Appendix B Test method for surface water purification capacity of water-purified pavement through drainage - 60 -

Appendix C Test method for degradation rate of harmful pollutants in vehicle exhaust - 64 -

Explanation of wording - 67 -

List of quoted standards - 68 -

1 总则

**1.0.1** 运营期低环境影响路面是可以有效降低道路运营期间路域环境影响的新型路面，包括多孔降噪路面、明亮路面、排水式净水路面和光催化尾气降解路面。

**条文说明**

在当代环境保护高标准要求下，降低道路运营期间对路域环境影响成为道路路面的重要发展趋势之一，由此而发展而来的新型路面被称为“运营期低环境影响路面”，又被称为“功能性路面”。

在路面养护中，路面技术状况分为路面结构状况和路面功能状况，路面功能通常指路面行车舒适性与安全性，与平整度和抗滑性能有关。为了与道路行业传统意义上的路面“功能”进行区分，本规程采用“运营期低环境影响路面”的说法，其并将其具有的对环境有益的效果称为“路面环境功能”。

**1.0.2** 为保持运营期低环境影响路面的功能，保证其完好和安全运行，提高服务水平，统一技术标准，规范养护工作，制定本规程。

**1.0.3** 本规程适用于各等级公路与城镇道路的运营期低环境影响路面的养护。广场与停车场等地面铺装的运营期低环境影响路面可参照使用。

**1.0.4** 运营期低环境影响路面的养护应遵循决策科学、预防为主、可靠耐久、绿色环保的原则。

**1.0.5** 运营期低环境影响路面的养护除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**条文说明**

本规程与同时编制的中国工程建设标准化协会标准《功能性路面工程建造技术规程》有一定的承接关系，两部标准的适用对象均为多孔降噪路面、明亮路面、排水式净水路面和光催化尾气降解路面等新型路面，本规程规定了运营期间的养护技术要求，《功能性路面工程建造技术规程》规定了建造期间的设计技术和施工过程质量控制要求。

本规程承接了《功能性路面工程建造技术规程》中的材料、结构与施工技术要求，后期《功能性路面工程建造技术规程》正式公布后，本规程中的相关规定将直接参照《功能性路面工程建造技术规程》执行。

2 术语和符号

2.1 术语

**2.1.1** 运营期低环境影响路面 low environmental impact pavement

可以有效降低道路运营期间路域环境影响的新型路面，主要包括：多孔降噪路面、明亮路面、排水式净水路面、光催化尾气降解路面。

**2.1.2** 路面环境功能 environment function of pavement

运营期低环境影响路面具备的提升运营期间路域环境质量的功能，主要包括：降低交通噪声、提高路面亮度、净化路表径流和降解机动车尾气等功能。

**2.1.3**  多孔降噪路面 porous noise-reduction pavement

多孔降噪路面是指具有降低轮胎和路面摩擦产生的噪声功能的路面，包含多孔沥青降噪路面和聚氨酯高弹多孔降噪路面。

**2.1.4** 多孔沥青降噪路面 noise-reduction porous asphalt pavement

由沥青混合料经摊铺、碾压等形成的现场空隙率大于19%、具有排水和降噪功能的单层或多层多孔沥青路面。

**2.1.5** 聚氨酯高弹多孔降噪路面 polyurethane porous elastic noise-reduction road surface

由聚氨酯替代沥青作为胶结料、橡胶颗粒替代部分集料的混合料，经摊铺、碾压等形成的一种低噪声路面，其现场空隙率一般大于20％、小于25%，具有多孔吸声、高弹减振的耦合降噪特性。

**2.1.6** 轮胎-路面噪声 tire/pavement noise（*TPN*）

当特定方法测出的轮胎与路面之间互相作用产生的噪声。

**2.1.7** 降噪功能衰减量 noise-reduction function reduction value（*NRFR*）

多孔降噪路面当前轮胎-路面噪声与竣工后初始轮胎-路面噪声（或新建相同类型多孔降噪路面测出的轮胎-路面噪声）的差值。

**2.1.8** 明亮路面 lightness pavement

明亮路面通过表面漫反射呈现颜色亮度或通过吸收光能实现发光，包括高反光路面和长余辉发光路面。

**条文说明**

明亮路面不仅具有良好的亮度提示作用，还可美化环境、达到色彩和谐的效果，以及道路分区、渠化管理、诱导交通的作用。目前明亮路面在旅游公路、城市道路、特种路面、公园道路、居住区道路、人行道、停车场、广场、运动场等位置使用较多。

**2.1.9** 高反光路面 highly reflective pavement

高反光路面指在通过一定途径（如采用高反光集料和胶结料、增加路面反射率、提高路面漫反射等）显著提高沥青混凝土路面表面明亮程度的路面。

**2.1.10** 长余辉发光路面 long afterglow self-luminous pavement

通过向路面中掺入长余辉发光材料，实现白天吸收储存光能、夜晚持续发光功能的路面。

**2.1.11** 高反光混合料 highly reflective mixture

采用高反光结合料、集料及外加剂等材料拌和而成的混合料。

**2.1.12** 长余辉发光混合料 long afterglow self-luminous mixture

采用透光性好的浅色胶结料、发光碎石细集料、浅色集料等材料拌和而成的混合料。

**2.1.13** 路面逆反射亮度系数 retroreflected luminance coefficient of pavement

通过逆反射标线测量仪测出的，路面反射光从接近车灯入射光的反方向返回的路面亮度系数。亮度系数越大，受到同等光照时，明亮度越高。

**2.1.14** 余辉时间 light persistence time

在规定的激发光源激发条件下，从激发光源停止照射至长余辉发光材料的发光亮度降至0.32 mcd/m2的时间。

**2.1.15** 排水式净水路面 water-purified pavement through drainage

路面结构由多孔净水混合料铺筑，路表水可渗入路面内部，经过路面结构净化后横向排出的路面类型，能够有效去除固体悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、总氮（TN）、总磷（TP）和锌（Zn）、铅（Pb）等重金属类污染物质。

**条文说明**

本规程描述的是基于净水材料改性而形成的排水式净水路面，这种结构对SS、COD、TN、TP以及锌（Zn）、铅（Pb）等重金属类污染物质有较强的净化能力。该路面主要采用沸石和陶粒对集料进行改性，最终通过多孔的排水结构特性以及材料的净水特性，实现路表径流中污染物质的净化。因此本规程采用排水式净水路面这一术语。

**2.1.16** 排水式净水沥青路面 water-purified asphalt pavement through drainage

路面面层由空隙率18%以上的净水沥青混合料铺筑，路表水可渗入路面内部，经过路面结构净化后横向排出的沥青路面类型。按其结构组成可分为单层净水沥青路面、双层净水沥青路面和半透式净水沥青路面。

**2.1.17** 净水沥青混合料 water-purified asphalt mixture

压实后空隙率在18%以上，能够在混合料内部形成排水通道的沥青混合料。它是一种以单一粒径碎石为主、按照嵌挤机理形成具有骨架-空隙结构的开级配沥青混合料。

**2.1.18** 路面径流污染物净化率 purification rate of representative pollutants in road runoff

路表雨水径流中的SS、COD、TN、TP、Zn和Pb等代表性污染物通过排水式净水路面净化后含量与净化前含量的比值。

**2.1.19** 路面径流污染物净化率衰减量 reduction value of representative pollutants purification rate in road runoff

排水式净水路面竣工后某种代表性污染物的初始路面径流净化率（或新建相同类型排水式净水路面测出的路面径流净化率）与当前路面径流净化率的差值。

**2.1.20** 路面渗水系数残留率 permeability remaining percentage（*PRP*）

排水式净水路面当前渗透系数与竣工后初始渗透系数的比值。

**2.1.21** 光催化尾气降解路面 photocatalytic exhaust gas degradation pavement

光催化尾气降解路面指的是在道路材料中加入光催化剂，利用光催化反应来降解车辆尾气中的有害成分，改善道路周围的空气质量。主要包括表入式光催化尾气降解路面和掺入式光催化尾气降解路面两类。

**条文说明**

光催化尾气降解路面主要采用具有光催化活性的材料在太阳光的照射下进行光催化反应，实现对机动车尾气中的污染物进行消解。研究发现，诸多材料具有光催化活性，目前研究且应用较多的光催化尾气降解材料包括TiO2、g-C3N4、ZnO和Fe2O3等。

**2.1.22** 表入式光催化尾气降解路面 surface-type exhaust gas degradation pavement

表入式光催化尾气降解路面是指在路面表层直接应用具有尾气降解功能的光催化材料或涂层来实现尾气净化的路面。主要包括涂层型光催化尾气降解路面和喷洒类光催化尾气降解路面两类。

**2.1.23** 掺入式光催化尾气降解路面 incorporated exhaust gas degradation pavement

掺入式光催化尾气降解路面是在路面的混合料中掺入具有尾气降解功能的光催化材料，实现尾气降解效果的路面。

**2.1.24** 尾气降解材料 exhaust gas degradation material

具有吸收降解净化机动车尾气污染物的材料，本规程主要指二氧化钛（TiO2）、氧化锌（ZnO）、石墨相氮化碳（g-C3N4）等具有相似应用方式，且有一定机动车尾气降解效果的光催化材料。

**2.1.25** 尾气降解沥青混合料 exhaust gas degradation mixture

以尾气降解材料替代部分矿粉制备的具有尾气降解功能的沥青混合料。

**2.1.26** 尾气有害污染物降解率degradation rate of exhaust gas harmful pollutants

机动车尾气中的CO、HC与NOx等主要有害污染物通过一定时间的光催化降解，浓度与降解前浓度的比值。

**条文说明**

尾气污染物有害成分多达上千种，主要包括氮氧化物（NOx）、一氧化碳（CO）、挥发性有机物（VOCS）、二氧化硫（SO2）、有机氟化物和有机硫化物、颗粒物（PM）等。其中NOx主要来源于燃料燃烧过程，CO主要来源于燃料的不完全燃烧，HC来源于发动机燃烧不完全或燃烧效率低下会导致烃类化合物排放。

光催化尾气降解路面中光催化剂在紫外光或可见光照射下与氧气和水分子形成超氧阴离子和羟基自由基，与尾气中的氮氧化物NOx、CO和HC反应，将其转化为无害的盐类和水等，从而有效减少空气污染。本规程主要通过在沥青路面负载光催化材料，对CO、HC、NOx等有害成分进行降解。

2.2 符号

*TPN——*轮胎-路面噪声；

*NRFR——*路面降噪功能衰减量；

*Q——*路面逆反射亮度系数；

*P*——路面径流中某种代表性污染物的净化率；

Δ*P——*路面径流中某种污染物净化率衰减量；

*PRP——*路面渗水系数残留率；

*D——*尾气中某种有害污染物的降解率。

3 基本规定

**3.1.1** 运营期低环境影响路面的养护应同时注重路用性能与环境功能。

**3.1.2** 根据各类道路的等级、重要性及应用场合，运营期低环境影响路面的养护分级应符合表3.1.2的规定。环境敏感区道路的运营期低环境影响路面应按照更高的养护等级执行。

**表3.1.2 运营期低环境影响路面的环境功能检测分级**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 路面养护等级 | 公路 | 城镇道路 |
| Ⅰ等 | 高速公路、一级公路 | 快速路、主干路、广场、商业繁华街道、重要生产区道路、外事活动路线、游览路线 |
| Ⅱ等 | 二级公路、三级公路 | 除I等养护以外的次干路、步行街、支路中的商业街道 |
| Ⅲ等 | 四级公路 | 除I、Ⅱ等养护以外的支路 |

**条文说明**

通常来说，道路运营期间交通对路域环境的影响与车流量成正相关。车流量越大，交通对路域环境影响越大，所需要的运营期低环境影响路面的环境功能约要求更高，因此，根据各类道路的重要性设定了道路养护等级。此外，《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》中的环境敏感区对于路域环境有更高的要求，环境敏感区的运营期低环境影响路面应保持更高的路面环境功能状态，也应执行更高的路面养护等级。

**3.1.3** 运营期低环境影响路面的养护分为日常养护和养护工程。日常养护包括日常巡查、日常保养和日常维修；养护工程包括预防养护、修复养护、专项养护和应急养护。

**3.1.4** 运营期低环境影响路面的养护工作内容包括路况调查与评价、养护对策、日常养护、养护工程设计、养护工程施工、养护质量检查与验收。

**3.1.5** 运营期低环境影响路面应加强日常养护，编制日常养护年度计划，并根据路面检测评价结果及养护要求确定日常养护内容。

**3.1.6** 运营期低环境影响路面的预防养护、修复养护和应急养护中涉及修复养护的工程，应按现行行业标准《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421的有关规定进行养护工程设计。

**3.1.7** 运营期低环境影响路面的养护工程宜采用技术设计和施工图设计两阶段设计，技术设计包括结构组合设计、结构厚度验算、方案综合比选等内容，施工图设计包括材料组成设计、结构力学验算、路面排水设计、交通组织设计、其他设计等内容。

**3.1.8** 运营期低环境影响路面实施预防养护工程应满足下列要求：

**1** 封闭路面表面细小裂缝与裂隙，提高路面的防水性能。

**2** 防止路面表面松散，延缓沥青路面的老化。

**3** 提供表面磨耗层，提高路面的耐磨性能。

**4** 保持或提高路面的抗滑性能。

**5** 改善路面表观效果。

**6** 恢复路面环境功能。

**3.1.9** 运营期低环境影响路面实施修复养护工程应满足下列要求：

**1** 有效处治原路面或下承层的各类病害，并对病害处治进行动态设计。

**2** 保证与原路面或下承层、新旧界面的黏结防水及其搭接平顺。

**3** 工程实施后，路面技术状况与环境功能状况接近或达到原路面设计标准。

**3.1.10** 运营期低环境影响路面的养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142、《公路养护技术标准》JTG 5110、《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

4 路况调查与评价

4.1 一般规定

**4.1.1** 运营期低环境影响路面的检查应分为日常巡查、定期检测和特殊检测。

**4.1.2** 运营期低环境影响路面的路况分为路面技术状况和路面环境功能状况。

**4.1.3** 运营期低环境影响路面的路面技术状况的检查与评价应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142、《公路技术状况评定标准》JTG 5210、《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

**4.1.4** 运营期低环境影响路面应根据路面技术状况和环境功能状况的评定等级制定养护对策。

4.2 日常巡查

**4.2.1** 日常巡查应根据运营期低环境影响路面的养护等级并结合当地气候特点制定巡查周期。Ⅰ等养护的道路宜每日一巡，Ⅱ等养护的道路宜二日一巡，Ⅲ等养护的道路宜三日一巡。遇极端天气、自然灾害或突发事件，应适当增加日常巡查频率。多孔降噪路面与排水式净水路面的巡查时间宜为雨后1~2h。

**4.2.2** 运营期低环境影响路面的日常巡查日常巡查应包括下列内容：

**1** 路面病害，以及易诱发路面病害或影响通行的积水积雪、积冰、污染物、散落物、路障等情况。

**2** 影响路面环境功能发挥的情况，主要包括下列内容：

1)多孔降噪路面、排水式净水路面和其它采用大空隙结构的运营期低环境影响路面的孔隙堵塞情况，降雨天气下路面排水透水情况，以及排水系统及附属设施完好情况。

2)明亮路面被污染与覆盖的情况，长余辉自发光发光路面防水封层的损毁情况以及长余辉材料的水解情况。

3)表入式尾气降解路面的尾气降解涂层与喷洒型粘结材料的脱落情况。

**4.2.3** 日常巡查应做好相关记录，提出处理意见，并定期整理归档，录入信息管理系统。

4.3 定期检测

**4.3.1** 明亮路面与光催化尾气降解路面应每年检查一次路面环境功能状况。多孔降噪路面与排水式净水路面应每半年检查一次路面环境功能状况，宜在雨季前后各进行一次。

**条文说明**

多孔降噪路面与排水式净水路面均为大空隙路面，具有排水功能。雨季路面径流中携带大量泥沙，严重堵塞空隙，影响路面环境功能发挥，因此需要在雨季前后进行路面环境功能状况检查，来指导路面空隙清理。

**4.3.2**  运营期低环境影响路面的环境功能状况定期检测基本单元划分应符合下列规定：

**1** 公路运营期低环境影响路面的环境功能状况调查与检测应按上行方向、下行方向或上下行一个方向，以连续桩号1000m路段为一个基本单元，不足1000m按一个基本单元计。

**2** 城镇道路运营期低环境影响路面的环境功能状况调查与检测应以每两个相邻交叉口之间的路段作为一个单元，交叉口本身宜作为一个单元；当二个相邻交叉口之间的路段大于500m时，应每200m~500m作为一个单元，不足200m的按一个单元计。

**4.3.3**  运营期低环境影响路面的环境功能定期检测应按表4.3.3-1、表4.3.3-2的要求进行，每次检测点应位于上一次全面检测点的周围2m范围内。

**表4.3.3-1 运营期低环境影响路面的环境功能检测指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 路面类型 | 路面环境功能检测指标 | 检测方法 |
| 多孔降噪路面 | 路面轮胎噪声（dB） | GB/T 31884 |
| 明亮路面 | 高反光路面 | 路面逆反射亮度系数（mcd·m-2·lx-1） | GB/T 21383、GB/T 26377 |
| 长余辉发光路面 | 路面逆反射亮度系数（mcd·m-2·lx-1） | GB/T 21383、GB/T 26377 |
| 余辉时间（h） | 本规程附录A |
| 排水式净水路面 | 路面径流污染物净化率（%） | 本规程附录B |
| 路面渗水系数（%） | JTG/T 3350-03附录D |
| 光催化尾气降解路 | 尾气有害污染物降解率（%） | 本规程附录C |

**表4.3.3-2 运营期低环境影响路面的环境功能检测频次**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 路面养护等级 | 检测频率 | 检测范围 |
| Ⅰ等 | 每单元检测1个断面 | 每个断面在所有车道的轮迹带及中央位置各取一点，检测结果为所有检测点的均值 |
| Ⅱ等 | 每2单元检测1个断面 |
| Ⅲ等 | 每3单元检测1个断面 |

**条文说明**

路面亮度（*L*）是影响夜间行车安全的关键因素，由道路照明的照度（*E*）和路面光学反射特性共同决定。路面光学反射特性可用路面亮度系数（*q*）来描述的，其计算公式如式（4.3.3）所示。根据路面亮度系数和灯光照度，可以计算出路面上任意一点的路面亮度（图4.3.3）。

|  |  |
| --- | --- |
|   | （4.3.3） |

式中：*L*——路面上某微小面元的亮度，单位为cd/m2；

*q*——路面亮度系数，单位为mcd·m-2·lx-1；

*E*——灯光在该面元处所产生的水平照度，单位为lx；。



**图4.3.3 确定路面亮度系数的角度关系**

注：图中*β*为光的人射平面和观察平面之间的角度，*γ*为入射光线的垂直角。

与传统沥青路面相比，高反光路面通过提高路面材料的亮度系数，在相同路面照度的情况下达到更高的路面亮度，或在相同路面亮度的情况下降低路面照明，实现提高夜间行车安全性和节约照明能耗的效果。长余辉发光路面不仅在储存光能后在夜间发出可见光，其采用的浅色胶结料和骨料同样提高了路面亮度系数。因此，明亮路面可采用路面亮度系数作为环境功能检测指标。

路面亮度系数与入射角度与观测角度有关。由于为所有道路铺设照明设施的建设与维护成本过高、能耗过大，我国仍有很大一部分道路路灯照度不足甚至没有照明设施，在夜间行车时主要依靠车前灯进行照明，这种照明情况是明亮路面的主要应用场景。因此，明亮路面亮度系数的照明观测条件应符合这种主要靠车前灯照明的情况。

现行国家标准《新划路面标线初始逆反射亮度系数及测试方法》GB/T 21383和《逆反射测量仪》GB/T 26377规定了使用便携式逆反射标线测量仪测试路面标线的逆反射亮度系数的要求。该方法的照明观测条件为：入射角*β*1为88.76°，*β*2为0°；观测角*α*为1.05°，测量几何条件为：被观察点与车辆中观察者水平距离30m，观察者眼睛距地面高度1.2m，车前灯在同一垂直平面内的高度0.65m，路面标线位于车前灯的正前方。该方法可以有效模拟车前灯照射明亮路面，光线逆反射进入车辆驾驶员眼中时的路面亮度情况。因此，本规程选择根据上述方法测得的路面逆反射亮度系数作为明亮路面的环境功能检测指标。

4.4 路面环境功能状况评价

**4.4.1**  运营期低环境影响路面的环境功能状况评价分为“优、良、中、次、差”五个等级。

**4.4.2**  多孔降噪路面的环境功能评价应符合下列规定：

**1** 多孔降噪路面的环境功能评价指标以路面降噪功能衰减量（*NRFR*）表示，*NRFR*应按下列公式计算：

*NRFR*=*TPN*2－*TPN*1 （4.4.2）

式中：*NRFR——*路面降噪功能衰减量（dB）；

*TPN*2*——*当前测得轮胎-路面噪声（dB）；

*TPN*1*——*竣工后测得初始轮胎-路面噪声或新建相同类型多孔降噪路面测得的初始轮胎-路面噪声（dB）。

**2**  多孔降噪路面的环境功能评价等级划分应符合表4.4.2的规定。

**表4.4.2 多孔降噪路面环境功能评定标准**

|  |  |
| --- | --- |
| 评定指标 | 评定等级 |
| 优 | 良 | 中 | 次 | 差 |
| *NRFR*（dB） | <1 | ≥1，＜2 | ≥2，＜3 | ≥3，＜4 | ≥4 |

**4.4.3** 明亮路面的环境功能评价指标以逆反射亮度系数（*Q*）与余辉时间表示，环境提升功能评价等级应按照表4.4.3进行评定。

**表4.4.3 明亮路面环境提升功能评定标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 路面类型 | 评定指标 | 评定等级 |
| 优 | 良 | 中 | 次 | 差 |
| 高反光路面 | *Q*（mcd·m-2·lx-1） | ≥60 | <60，≥55 | <55，≥50 | <50，≥45 | <45 |
| 长余辉发光路面 | *Q*（mcd·m-2·lx-1） | ≥60 | <60，≥55 | <55，≥50 | <50，≥45 | <45 |
| 余辉时间（h） | ≥8 | <8，≥6 | <6，≥4 | <4，≥2 | <2 |

**条文说明**

研究与工程应用表明，长余辉发光路面的余辉亮度有限且随时间逐渐降低，1h后的余辉亮度在200mcd/m2以下，8h后的余辉亮度在2mcd/m2以下，远远低于车灯照射路面的亮度，长余辉发光路面的余辉效果主要起到提升路面轮廓清晰度的作用，尤其是在一些急弯、陡坡处。因此，本规程选择长余辉发光路面的余辉时间为余辉性能的检测与评价指标，更注重长余辉发光路面发光时间的长短。

**4.4.4** 排水式净水路面的环境功能评价应符合下列规定：

**1**  排水式净水路面的环境提升功能评价指标以路面径流中的SS、COD、TN、TP、Zn和Pb六种代表性污染物的净化率衰减量（Δ*P*）和路面渗水系数残留率（*PRP*）表示：

1) Δ*P*应按下列公式计算：

Δ*P*=*P*1－*P*2 （4.4.4-1）

式中：Δ*P——*路面径流某种代表性污染物净化率衰减量（%）；

*P*1*——*路面径流某种代表性污染物竣工后测得的初始净化率（%）；

*P*2*——*路面径流某种代表性污染物当前测得的净化率（%）。

2) *PRP*应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|   | （4.4.4-2） |

式中：*PRP——*路面渗水系数残留率（%）。

**2** 排水式净水路面的环境功能评价等级划分应符合表4.4.4的规定。

**表4.4.4 净水路面环境提升功能评定标准**

|  |  |
| --- | --- |
| 评定指标 | 评定等级 |
| 优 | 良 | 中 | 次 | 差 |
| Δ*P* | 同时满足：Δ*PSS*<10%；Δ*PCOD*<3%；Δ*PTN*<3%；Δ*PTP*<6%；Δ*PZn*<10%；Δ*PPb*<10% | 满足至少一项：10%≤Δ*PSS*<20%；3%≤Δ*PCOD*<6%；3%≤Δ*PTN*<6%；6%≤Δ*PTP*<14%；10%≤Δ*PZn*<20%；10%≤Δ*PPb*<20% | 满足至少一项：20%≤Δ*PSS*<30%；6%≤Δ*PCOD*<9%；6%≤Δ*PTN*<9%；14%≤Δ*PTP*<22%；20%≤Δ*PZn*<30%；20%≤Δ*PPb*<30% | 满足至少一项：30%≤Δ*PSS*<40%；9%≤Δ*PCOD*<12%；9%≤Δ*PTN*<12%；22%≤Δ*PTP*<30%；30%≤Δ*PZn*<40%；30%≤Δ*PPb*<40% | 满足至少一项：Δ*PSS*≥40%；Δ*PCOD*≥12%；Δ*PTN*≥12%；Δ*PTP*≥30%；Δ*PZn*≥40%；Δ*PPb*≥40% |
| *PRP* | ≥90% | ≥75%，＜90% | ≥60%，＜75% | ≥45%，＜60% | ＜45% |

注：1 Δ*PSS*、Δ*PCOD*、Δ*PTN*、Δ*PTP*、Δ*PZn*和Δ*PPb*分别代表SS、COD、TN、TP、Zn和Pb六种路表径流代表性污染物的净化率衰减量；

2 Δ*P*同时满足不同评定等级时，以更差的评定等级为准。

**4.4.5** 光催化尾气降解路面的环境功能评价指标以尾气中CO、HC和NOx三种主要有害污染物的降解率（*D*）表示，其环境功能评价等级划分应符合表4.4.5的规定。

**表4.4.5 尾气降解路面环境提升功能评定标准**

|  |  |
| --- | --- |
| 评定指标 | 评定等级 |
| 优 | 良 | 中 | 次 | 差 |
| *D* | 同时满足：*DCO*≥10%；*DHC*≥10%；*DNOx*≥10% | 满足至少一项：8%≤*DCO<*10%；8%≤*DHC<*10%；8%≤*DNOx<*10% | 满足至少一项：6%≤*DCO<*8%；6%≤*DHC<*8%；6%≤*DNOx<*8% | 满足至少一项：4%≤*DCO<*6%；4%≤*DHC<*6%；4%≤*DNOx<*6% | 满足至少一项：*DCO<*4%；*DHC<*4%；*DNOx<*4% |

注：1 *DCO*、*DHC*和*DNOx*分别代表CO、HC和NOx三种主要尾气有害污染物的净化率衰减量；

2 *D*同时满足不同评定等级时，以更差的评定等级为准。

4.5 养护对策

**4.5.1**  运营期低环境影响路面的养护类型应根据路面技术状况与环境功能状况的养护评价等级综合确定。

**4.5.2** 运营期低环境影响路面的路面技术状况的评价与养护对策应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142、《公路技术状况评定标准》JTG 5210、《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

**4.5.3** 运营期低环境影响路面的环境功能指标评价为“优、良”的路段，可进行日常养护、预防养护或修复养护；对环境功能指标评价为“中”及以下的路段，应安排预防养护或修复养护。

**4.5.4** 当运营期低环境影响路面可同时选择预防养护和修复养护时，应根据行业标准《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421-2018中第5.2节的路面技术状况数据，确定最终路面养护类型。

5 多孔降噪路面养护

5.1 一般规定

**5.1.1** 多孔降噪路面包含多孔沥青降噪路面和聚氨酯高弹多孔降噪路面，前者又分为单层多孔沥青降噪路面和双层多孔沥青降噪路面，应按照等不同类型的特点采取针对性路面养护措施。

**条文说明**

降噪路面主要通过采用大空隙结构、弹性胶结料与弹性颗粒等措施实现降低轮胎-路面噪声的效果。由于大空隙路面存在易松散破坏、空隙易封堵等缺点，多孔降噪路面的降噪功能衰减迅速，需要频繁养护来维持路面环境功能发挥。

聚氨酯高弹多孔降噪路面是多孔弹性路面（Porous Elastic Road Surface，简称PERS）的一种，目前已被广泛的研究并进行了一定规模的实践应用，积累了相当的经验，是多孔弹性路面中较有潜力并在未来可能大规模应用的新型降噪路面。

**5.1.2** 多孔降噪路面的养护维修应同时考虑对路面技术状况和降噪功能的恢复，不应采取只恢复路面技术状况而对降噪功能有损害的养护维修措施。

**5.1.3** 多孔降噪路面养护维修前，应将表面与结构空隙内部的杂物和粉尘清除干净。

5.2 养护维修材料

**5.2.1** 多孔降噪路面的养护维修材料应采用与原路面一致的多孔降噪混合料，沥青、集料、填料、纤维稳定剂等原材料的技术性能应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的有关规定。

**5.2.2** 多孔沥青降噪路面的养护维修材料应符合下列规定：

**1**  多孔沥青降噪路面应采用高性能改性沥青，其质量应符合行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03-2020中第5.2.2条的规定。

**2**  多孔沥青降噪路面混合料的级配范围应符合行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03-2020中第6.2.3条的规定。

**3**  多孔沥青降噪路面混合料的技术要求应符合表5.2.2的规定。

**表5.2.2 多孔沥青混合料配合比设计技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 交通等级 | 试验方法 |
| 其他\* | 轻交通 | 中等、重、特重交通 |
| 空隙率 | % | ≥20 | 20 ~ 25 | JTG E20 T0708 |
| ≥19 | 19 ~ 23 | JTG E20 T 0707真空密封法 |
| 稳定度 | kN | 3.5 | ≥5.0 | JTG E20 T0709 |
| 残留稳定度 | % | — | ≥85 | JTG E20 T0709 |
| 冻融劈裂试验残留强度比  | % | — | ≥80 | JTG E20 T0729 |
| 谢伦堡析漏损失 | % | 0.8 | ≤0.8 | JTG E20 T0732 |
| 肯塔堡飞散损失 | % | 25 | ≤15 | JTG E20 T0733 |
| 浸水肯塔堡飞散损失 | % | — | ≤20 | JTG E20 T0733 |
| 车辙试验动稳定度 | 次/mm | — | ≥3000 | ≥5000 | JTG E20 T0719 |
| 低温弯曲试验破坏应变 | µε | — | ≥2500 | JTG E20 T0715 |
| 渗水系数(车辙板)  | mL/min | 7500 | ≥5000 | JTG E20 T0730，JTG/T3350-03附录D |

注：\* 其他指人行道、非机动车道、园林道路、行人广场等主要供行人、非机动车使用的区域。

**4** 当采用异步施工时，双层多孔降噪沥青路面层间结合材料宜采用水性环氧改性乳化沥青等特种乳化沥青，用量宜控制在0.15～0.3kg/m2（以纯沥青计）。

**条文说明**

为提高双层多孔降噪沥青路面上层、下层间的黏结强度，在不影响双层多孔降噪沥青路面空隙连通性的前提下，在上层和下层间使用黏层材料。双层多孔降噪沥青路面上下两层均为骨架空隙型沥青混合料，两层混合料连接时接触面小。为了增加黏结，若采用常规黏结材料需提高洒布量，但洒布量过大会造成空隙堵塞，因此建议采用黏度较高的特种乳化沥青，在保证降低黏结材料对空隙影响的前提下提高层间黏结强度。

**5.2.3** 聚氨酯高弹多孔降噪路面的养护维修材料应符合下列规定：

**1**  聚氨酯高弹多孔降噪路面中聚氨酯胶结料的技术要求应符合表5.2.3-1的规定。

**表5.2.3-1 聚氨酯胶粘剂技术要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术指标 |
| Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 1 | 固体含量（%） | 单组分 | ≥85.0 |
| 多组分 | ≥92.0 |
| 2 | 表干时间（h） | 0.5~4 |
| 3 | 实干时间（h） | 8~25 |
| 4 | 流平性 | 20min时，无明显齿痕 |
| 5 | 拉伸强度（MPa） | ≥2.00 | ≥6.00 | ≥12.0 |
| 6 | 断裂伸长率（%） | ≥500 | ≥450 | ≥250 |
| 7 | 撕裂强度（N/mm）  | ≥15 | ≥30 | ≥40 |
| 8 | 低温弯折性 | -35℃，无裂纹 |
| 9 | 低温弯折性 | 0.3MPa，120min，不透水 |
| 10 | 加热伸缩率（%） | -4.0 ~ +1.0 |
| 11 | 粘结强度（MPa） | ≥1.0 |
| 12 | 粘结强度（MPa） | ≤5.0 |

 **2**  聚氨酯高弹多孔降噪路面中橡胶颗粒的技术要求应符合表5.2.3-2的规定。

**表5.2.3-2 橡胶颗粒技术要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
| 表观密度（g/cm2） | ≤1.25 | JTG 3432 T 0328 |
| 细长扁平颗粒含量（%） | ≤10 | JTG 3432 T 0312 |
| 含水量(%) | ≥0.75 | JTG 3430 T 0103 |
| 炭黑含量(%) | 25~38 | GB/T 3515 |
| 邵尔硬度(%) | ≥55 | GB/T 2411 |
| 弹性模量(MPa) | ≥5 | GB/T 1040.2 |

**3** 聚氨酯高弹多孔降噪路面混合料空隙率宜选择20% ~ 25%，油石比宜为4~6%，其级配范围应符合表5.2.3-3要求。

**表5.2.3-3 聚氨酯高弹多孔降噪路面混合料级配范围**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 筛孔尺寸（mm） | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 通过率（%） | 90~100 | 70~90 | 45~70 | 12~30 | 10~22 | 6~18 | 4~15 | 3~12 | 3~8 | 2~6 |

**4** 聚氨酯高弹多孔混合料的技术要求同样应符合表5.2.2的规定。

**5.2.4** 多孔降噪路面养护维修采用的防水黏结层材料应符合下列规定：

**1** 防水黏结层材料可采用改性乳化沥青类材料或热洒改性沥青类材料，其材料技术要求应符合行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03-2020中第5.7节的规定。

**2** 改性乳化沥青类防水黏结层洒布量宜控制在0.3~0.6kg/m2（以纯沥青计），可通过单次或多次洒布完成。

**3** 热洒改性沥青类防水黏结层洒布量宜控制在1.5~1.8kg/m2，并撒布一定数量的碎石或预裹覆沥青碎石。撒布碎石规格宜为3~5mm或5~10mm；预裹覆沥青碎石中预裹覆沥青用量宜为0.2%~0.6%，二者的覆盖率均宜大于50%。

5.3 日常保养与维修

**5.3.1** 多孔降噪路面的清扫作业应符合下列规定：

**1** 定期开展路面日常清扫作业，清扫频率应根据路面污染程度、交通量的大小及其组成、当地气候及环境条件等因素而定，清扫时间应避开流量高峰时段。

**2** 应采用吸扫式或全吸式清扫设备进行清扫，禁止采用纯扫式清扫设备和钢丝刷等金属工具。机械清扫留下的死角，应由人工清除干净。

**3** 应加强车行道外侧车道的清扫。

**4**  路面清扫后垃圾不得随意倾倒，应运至指定地点或垃圾场妥善处理。

**5** 当多孔降噪路面被油类物质或化学物品污染时，应先喷洒液态化学试剂处理，再用清水冲洗干净；应注意严格控制化学试剂的用量及类型，采用必要的废液收集、排口处理等措施，降低环境污染与损害；不得使用对路面结合料有溶解效果的化学物质，不得采用有腐蚀作用的化学方法；不宜采用砂土、木屑进行覆盖处理。

**6** 应定期采用配备高压冲洗和抽吸回收功能的专用吸尘设备清理路面空隙内的灰尘、泥沙等堵塞物质，路面空隙清理作业应符合下列规定：

1) 专用吸尘设备的技术指标宜符合表5.3.1-1的要求。

**表5.3.2-1 多孔降噪路面专用吸尘设备技术指标要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 指标 | 技术要求 |
| 1 | 清洗喷射压力（Mpa） | 5~20 |
| 2 | 清洗速度（km/h） | 1.5~10.0 |
| 3 | 抽吸压力（Mpa） | -10~-3 |
| 4 | 工作时噪音（dB） | ≤100 |

2) Ⅰ、Ⅱ等养护类别的多孔降噪路面至少每3个月进行一次路面空隙清理作业，Ⅲ等养护类别的多孔降噪路面至少每6个月进行一次路面空隙清理作业。

**5.3.2** 多孔降噪路面的排水作业应符合下列规定：

**1** 定期检查路面排水和积水情况，清理、疏通配套排水设施，保障其正常排水功能。

**2** 汛期前对影响路面排水的设施应进行全线检查和疏通，汛期后应对排水设施进行全面检查和修复。

**3** 雨天及特殊气候下，应加强路面巡查，及时排除、疏通路面堵塞。对于暴雨等灾害天气造成的路面堵塞、损坏，应及时组织应急养护。

**5.3.3** 多孔降噪路面的除冰雪作业应符合下列规定：

**1** 冬季容易结冰的地区，宜在冬季雨雪来临前组织一次路面空隙清理。

**2** 应避免使用易堵塞空隙的防冻、防滑材料，不宜使用会对路面造成划伤的除雪设备。

**3** 积雪应及时铲离多孔降噪路面，不应堆积于多孔降噪路面上。

**4** 冬季过后应及时清除防冻、防滑材料，并及时组织路面空隙清理。

**5.3.4** 多孔降噪路面的日常维修应符合下列规定：

**1** 在多孔降噪路面上出现松散、裂缝、坑槽及变形等病害时，应分析其产生的原因，并根据路面结构类型、设计使用年限、处治季节、气温等实际情况，采取相应的病害处治措施。

**2**  多孔降噪路面的各类病害处治除应按本规程第5.4节的规定执行。

**5.3.5**  多孔降噪路面的日常保养与维修除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

5.4 病害处治

**5.4.1**  多孔降噪路面病害处治前，应将病害处路表与空隙内部的杂物和粉尘清除干净。

**5.4.2**  多孔降噪路面病害处治过程中，翻挖废料不应堆放在路面上，以防堵塞路面孔隙；回填的路面结构应与原路面结构一致。

**5.4.3**  多孔降噪路面的病害处治材料应采用与原路面材料一致的多孔降噪混合料，其技术要求应符合本规程第5.2节的有关规定。应急处治时，可采用冷拌类或密实型材料进行，并应在可实施正常病害处治时予以清除。

**5.4.4**  多孔降噪路面的飞散病害处治应符合下列规定：

**1** 应对松散病害部分进行开凿或铣刨作业，适当扩大凿除面积，保持槽壁不松动，并清除维修区域内及周边路面空隙内的杂物，防止空隙被堵塞；

**2** 在凿除或铣刨后的下承层表面酒布改性乳化沥青、热洒改性沥青等防水材料形成防水黏结层，再摊铺多孔降噪混合料，形成降噪功能层。防水黏结层与多孔降噪混合料的材料技术要求应符合本规程第5.2节的有关规定。

**5.4.5**  多孔降噪路面的裂缝病害处治应符合下列规定：

**1** 宽度在3.0mm以下的裂缝无须维修处理，宜加强跟踪检测。

**2**  宽度在3.0mm~10.0mm的裂缝可采用直接灌缝法处理，灌缝不应造成大范围路面空隙堵塞。

**3** 采用灌缝处理易造成大范围路面空隙堵塞或宽度在3.0mm以上的块状裂缝、龟裂病害，应凿除病害区域，再按本规程第5.4.4条的方法处理。

**4** 对于反射裂缝，应凿除裂缝区域的路面，对下承层采用直接灌缝处理后，再按本规程第5.4.4条的方法处理。

**5.4.6**  多孔降噪路面的坑槽病害处治应符合下列规定：

**1** 应按本规程第5.4.4条的方法处理。

**2** 应将病害区域沿顺路方向开凿成矩形，槽壁不得松动，彻底清除坑槽周边路面及坑槽内的废料、杂物，铺筑多孔降噪混合料；槽深大于50mm的坑槽应分层摊铺压实。

**5.4.7**  多孔降噪路面的沉陷、车辙、波浪和拥包等路面变形类病害处治应符合下列规定：

**1** 对于深度小于或等于25mm的沉陷、深度小于或等于15mm的车辙、波峰与波谷高差起伏小于或等于15mm的波浪及拥包，无须进行处理。

**2** 对于波峰与波谷高差起伏大于15mm的波浪及拥包，处理时应凿除波浪、拥包区域，然后按本规程第5.4.4条的方法处理。

**3**  对于由于面层推移引起的深度大于15mm的车辙，应凿除该车辙所处车道，凿除车道长度应大于车辙长度，重新铺筑该车道的面层。

**5.4.7**  多孔降噪路面的病害处治除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

5.5 养护工程设计

**5.5.1** 多孔降噪路面养护工程的结构组合设计应符合下列规定：

**1** 多孔降噪路面养护工程的结构组成应与原多孔降噪路面结构相同，包括面层、基层、底基层等层次。面层宜由降噪功能层、防水黏结层和下承层组成。下承层应密实防水，并具有较强的抗车辙性能。

**2** 单层多孔沥青降噪路面的降噪功能层厚度范围应控制在50mm以内，公称最大粒径不宜超过13.2mm，适宜用于2 ~ 4dB降噪需求的环境。

**3**  双层多孔沥青降噪路面的降噪功能层厚度范围应控制在80mm ~ 110mm之间，功能层上层公称最大粒径不宜超过13.2mm，功能层下层公称最大粒径不宜超过19mm。双层多孔沥青降噪路面适宜用于4 ~ 6dB降噪需求的环境。

**4**  聚氨酯高弹多孔降噪路面主要为单层结构，层厚宜为30 ~ 40mm，公称最大粒径不宜超过13.2mm，混合料空隙率宜选择20% ~ 25%，适宜用于4~ 6dB降噪需求的环境。

**5.5.2** 多孔降噪路面养护工程的材料组合设计应符合下列规定：

**1** 多孔降噪路面养护工程的材料组成设计时应考虑降噪功能与路用性能的平衡，设计空隙率大小应综合降噪需求、服役耐久性等因素综合确定。

**2** 多孔降噪路面养护工程的材料要求应符合本规程第5.2节的有关规定。

**3** 多孔沥青降噪路面养护工程的材料配合比设计应符合行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03-2020中第6.3、6.4、6.5节的规定。

**4** 聚氨酯高弹多孔降噪路面养护工程的材料配合比设计主要由混合料的级配、橡胶颗粒替代的粒径、橡胶颗粒替代的比例以及最佳掺量等因素确定。

1) 聚氨酯用量的确定：聚氨酯用量宜根据25μm中的集料的比表面积和膜厚度进行预估，计算公式如下：

*A*=2+0.02*a*+0.04*b*+0.08*c*+0.14*d*+0.3*e*+0.6*f*+1.6*g*/48.74 (5.5.3-1)

*h*=*Pb*/*A* (5.5.3-2)

式中：*h*——聚氨酯膜厚度约为25μm；

*A*——集料的总表面积（m2/kg）；

*Pb*——聚氨酯用量（%）；

*a*、*b*、*c*、*d*、*e*、*f*、*g*分别为4.75mm至0.075mm筛孔的通过率（%）。

2) 橡胶颗粒替换方法：橡胶颗粒替换石料采用等体积替换方法，替换公式如下：

|  |  |
| --- | --- |
|   | (5.5.3-3) |

式中：*m*1——目标橡胶颗粒质量（g）；

*m*2——石料、橡胶颗粒总质量（g）；

*ρ*1——橡胶颗粒密度（g/mm3）；

*ρ*2——玄武岩石料密度（g/mm3）；

*α*——橡胶颗粒所占百分比（%）。

3) 应按照本规程表5.2.4-3范围内的级配，采用同等膜厚度的聚氨酯用量。采用双面击实50次制作马歇尔试件，避免击实次数过多使粗集料产生破碎导致骨架结构难以形成。试件制作完成后自然固化7d，测定空隙率、马歇尔稳定度和飞散损失，并按照现行国家标准《声学 阻抗管中吸声系数和声阻抗 第2部分：传递函数法》GB/T 18696.2进行轮胎-路面噪声室内测试，在满足降噪功能需求的基础上，选择路用性能较好且空隙率较大级配。

4) 在上述确定的矿料级配基础上，按±0.5%的变化，进行析漏试验和飞散试，将飞散试验结果的拐点作为最小聚氨酯用量（*P1*），将析漏试验结果的拐点作为最大聚氨酯用量（*P2*），在*P1*~*P2*范围内并结合混合料拌合后状态以及试件空隙率的大小综合选择聚氨酯的用量范围。

5) 选择替换橡胶颗粒粒径大小范围，采用内掺法按同体积替换原则，将整体集料的5%橡胶颗粒，掺加到1.18~9.5mm的三种集料粒径大小中，分别成型马歇尔试件，养生7d后进行马歇尔路用性能检测，综合选取最佳的替换粒径大小范围。

6)根据确定的级配，采用胶石比5%的聚氨酯用量，在上述确定的范围内，按5%、10%、15%、20%的橡胶颗粒掺量替代不同粒径集料，制备聚氨酯高弹多孔混合料，开展阻抗管试验、空隙率、低温弯曲破坏应变、动稳定度、剩余冻融劈裂强度、剩余浸水马歇尔稳定度以及浸水飞散损失率。在满足降噪功能需求的基础上，选择路用性能较好的橡胶颗粒掺量范围。

7)根据上述确定的聚氨酯用量范围、替换橡胶颗粒粒径大小范围以及橡胶颗粒掺量的范围，开展多因素多水平的正交试验，进行马歇尔路用性能测试和阻抗管试验，采用多因素数理统计分析方法选择最优的聚氨酯用量，替换橡胶颗粒粒径大小以及橡胶颗粒掺量。

**5.5.3** 多孔降噪路面养护工程的结构厚度验算与结构力学验算应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50和《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的相关规定。

**5.5.4** 多孔降噪路面养护工程的排水系统及附属设施设计应满足现行行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03和《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190的有关规定。

**5.5.5** 多孔降噪路面养护工程设计除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

5.6 预防养护

**5.6.1** 多孔降噪路面预防养护施工之前，应进行路面清扫作业并用专用吸尘设备清理路面空隙，保持原路面清洁、干燥。

**5.6.2** 多孔降噪路面预防养护施工之前应进行病害处治。

**5.6.3** 多孔降噪沥青路面在冷接缝和其他易发生飞散病害的路段，应采取喷洒渗透性树脂等增强抗飞散能力的技术措施。

**条文说明**

易飞散的路段包括纵向坡度较大路段，互通或隧道、服务区出入口，道路交叉口位置等。

渗透性树脂（Pervious Resin）是具有一定流动性，喷洒或刮涂在沥青表面，渗入到空隙内并快速凝结的养护材料，起到增补沥青膜厚度、修复结合料裂缝和加强骨架-空隙结构强度的作用。

**5.6.4** 多孔降噪路面应采用不影响降噪功能发挥的预防养护措施，可采用大空隙的超薄罩面和薄层罩面进行预防养护。

**5.6.5** 多孔降噪路面的超薄罩面和薄层罩面养护应符合下列规定：

**1** 超薄罩面和薄层罩面适用于预防或修复部分病害、改善抗滑等使用性能、恢复降噪功能的各等级多孔降噪路面。

**2** 超薄罩面和薄层罩面的空隙率应不低于其下方的原降噪功能层的空隙率，以防阻碍降噪功能发挥。

**3** 多孔降噪路面的超薄罩面宜使用与铺筑厚度相匹配的UTO型和CPA型热拌沥青混合料或温拌沥青混合料，其材料应符合本规程第5.2节的有关规定。

**4** 多孔降噪路面的薄层罩面宜使用与铺筑厚度相匹配的OGFC型热拌沥青混合料或温拌沥青混合料，其材料应符合本规程第5.2节的有关规定。

**5**  对原路面损坏程度不超过轻度裂缝、轻度松散、轻微泛油，高差不超过10mm的各类变形，可直接实施超薄罩面和薄层罩面。对原路面超过上述损坏程度的病害，应按本规程第5.4节的有关规定进行原路面病害处治后，实施超薄罩面和薄层罩面。

**6**  超薄罩面和薄层罩面铺筑前，应在原路面表面喷洒一层黏层，其材料可采用具有良好的黏结性能和抗水损特性的高黏度改性乳化沥青，用量宜控制在0.15～0.3kg/m2（以纯沥青计）。高黏度改性乳化沥青应符合现行行业标准《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01-2021中第11.2.2条的规定。

**条文说明**

在原路面直接铺筑罩面层，属于上下两层骨架空隙型沥青混合料粘贴在一起，两层之间的接触面较小。为了增加黏结，且不堵塞空隙，因此建议采用高黏度改性乳化沥青，且采用较小的沥青洒布量，在保证降低黏结材料对空隙影响的前提下提高层间黏结强度。

**5.6.6** 多孔降噪路面的预防养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

5.7 修复养护

**5.7.1** 当多孔降噪路面的结构强度满足要求，且预防养护不能满足修复路面病害、恢复路面环境功能时，应采用罩面养护，包括：直接罩面和表面层铣刨后罩面。

**5.7.2** 多孔降噪路面的罩面养护应符合下列规定：

**1** 罩面适用于修复病害、需要改善抗滑等使用性能、恢复降噪功能的各等级多孔降噪路面。

**2** 多孔降噪路面的罩面应采用多孔降噪混合料，其结构与材料应符合本规程第5.2节的有关规定，宜与原路面的降噪功能层一致。

**3** 采用直接铺筑罩面时，应在原多孔降噪路面表面喷洒一层黏层，该黏层应符合本规程第5.6.5条第6款的规定。

**4** 采用表面层铣刨后铺筑罩面时，应在铣刨后下承层表面喷洒一层防水黏结层，其材料应符合本规程第5.2.4条的规定。

**5.7.3** 当多孔降噪路面的结构强度不足、旧路病害严重、需要改善使用性能时，应采用结构性补强养护，包括：直接加铺补强与铣刨加铺补强。

**5.7.4** 结构性补强加铺的多孔降噪路面面层应由降噪功能层、防水黏结层和密实防水的下承层组成，降噪功能层的结构与材料应符合本规程第5.2节、第5.5节的有关规定。

**5.7.5** 多孔降噪路面直接加铺补强前，应对原路面的病害类型、层位及范围进行详细调查，并按本规程第5.4节的有关规定对病害进行彻底处治，并应符合行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142-2019中第10.3节的规定。

**5.7.6** 多孔降噪路面的铣刨加铺补强应根据路面结构强度状况、主要病害发生层位等因素，确定采取铣刨加铺多孔降噪面层，或基层与多孔降噪面层共同补强措施。

**5.7.7**  多孔降噪路面的再生利用应符合以下规定：

**1** 多孔降噪路面铣刨、挖除的旧料宜再生利用。

**2** 路面病害波及范围不超过降噪功能层的多孔降噪路面可进行就地热再生。

**3** 厂拌再生时，单层多孔降噪路面面层旧料应按照降噪功能层和下承层分别回收、堆放并再生利用，双层多孔沥青降噪路面面层旧料应按照降噪功能层上层、降噪功能层上层和下承层分别回收、堆放并再生利用。

**4** 多孔降噪路面再生利用应符合现行行业标准《公路沥青路面再生技术规范》JTG/T 5521和《城镇道路沥青路面再生利用技术规程》CJJ/T 43的有关规定。

**5.7.8** 多孔降噪路面的罩面、结构性补强和再生利用后的降噪功能应按新建多孔降噪路面重新设计。

**5.7.9** 多孔降噪路面的修复养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的相关要求。

6 明亮路面养护

6.1 一般规定

**6.1.1** 明亮路面分为高反光路面和长余辉发光路面，后者又分为涂层型长余辉发光路面和铺装型长余辉发光路面，应按照等不同类型明亮路面的特点采取针对性路面养护措施。

**6.1.2** 明亮路面的养护应同时考虑对技术状况和明亮功能的恢复，不应采取只恢复技术状况而对明亮功能有损害的养护措施。

6.2 养护维修材料

**6.2.1** 高反光路面养护维修材料的技术指标应符合下列规定：

**1** 高反光路面养护维修采用的高反光胶结料包括：高反光普通胶结料、高反光改性胶结料和高反光乳化胶结料，其适用范围应符合表6.2.1-1的规定。高反光胶结料若选用其他天然沥青、橡胶沥青等高黏度胶结料，应满足现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的要求。

**表6.2.1-1 高反光胶结料适用范围**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 胶结料类型 | 高反光普通胶结料 | 高反光改性胶结料 | 高反光乳化胶结料 |
| 适用范围 | Ⅱ、Ⅲ等养护的高反光路面混合料 | Ⅰ等养护的高反光路面混合料 | 高反光微表处、高反光雾封层、黏层油、其它冷拌冷铺（补）类高反光路面 |

**2**  高反光普通胶结料的技术要求应符合表6.2.1-2的规定。

**表6.2.1-2 高反光普通胶结料技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 50号 | 70号 | 90号 |
| 针入度（25℃，100g，5s） | 0.1mm | 40~60 | 60~80 | 80~100 | JTG E20 T 0604 |
| 软化点（R&B） | 非机动车道/人行道 | ℃ | ≥49 | ≥46 | ≥45 | JTG E20 T 0606 |
| 机动车道 | ≥55 | ≥54 | ≥52 |
| 延度 | 15℃ | cm | ≥100 | JTG E20 T 0605 |
| 10℃ | ≥15 | ≥25 | ≥45 |
| 动力黏度（60℃） | 非机动车道/人行道 | Pa·s | ≥180 | ≥160 | ≥140 | JTG E20 T 0620 |
| 机动车道 | ≥220 | ≥200 | ≥180 |
| 运动黏度（135℃） | Pa·s | ≤3 | JTG E20 T 0625 |
| 闪点（COC） | ℃ | ≥250 | ≥240 | ≥230 | JTG E20 T 0611 |
| 密度（15℃） | g/cm³ | 实测 | JTG E20 T 0603 |
| TFOT（或RTFOT）后残留物 | 质量变化 | % | ≤±1.2 | JTG E20 T 0610/T 0609 |
| 残留针入度比 | % | ≥63 | ≥61 | ≥57 | JTG E20 T 0604 |
| 残留延度（15℃） | % | ≥10 | ≥15 | ≥20 | JTG E20 T 0605 |
| 残留延度（10℃） | 非机动车道/人行道 | cm | ≥2 | ≥4 | ≥6 |
| 机动车道 | ≥4 | ≥6 | ≥8 |
| 颜色 | — | 无明显变化 | GB/T 1722 |

**3** 高反光改性胶结料的技术要求应符合表6.2.1-3的规定。

**表6.2.1-3 高反光改性胶结料技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 针入度（25℃，100g，5s） | 0.1mm | 30~60 | JTG E20 T 0604 |
| 软化点（R&B） | ℃ | ≥80 | JTG E20 T 0606 |
| 延度（15℃，5cm/min） | cm | ≥80 | JTG E20 T 0605 |
| 延度（5℃，5cm/min） | cm | ≥20 |
| 动力黏度（60℃） | Pa·s | ≥20000 | JTG E20 T 0620 |
| 运动黏度（135℃） | Pa·s | ≤3 | JTG E20 T 0625/T 0619 |
| 闪点（COC） | ℃ | ≥260 | JTG E20 T 0611 |
| 黏韧性 | N·m | ≥20 | JTG E20 T 0624 |
| 韧性 | N·m | ≥15 |
| 储存稳定性离析 | ℃ | ≤2.5 | JTG E20 T 0661 |
| TFOT（或RTFOT）后残留物 | 质量变化 | ％ | ≤±2.5 | JTG E20 T 0610/T 0609 |
| 针入度比（25℃，100g，5s） | ％ | ≥65 | JTG E20 T 0604 |
| 延度（5℃，5cm/min） | cm | ≥15 | JTG E20 T 0605 |
| 颜色 | — | 无明显变化 | GB/T 1722 |

**4** 高反光乳化胶结料的技术要求应符合表6.2.1-4的规定。

**表****6.2.1-4 高反光乳化胶结料技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 破乳速度 | — | 慢裂 | JTG E20 T 0658 |
| 电荷性质 | — | （阳离子）正电荷 | JTG E20 T 0653 |
| 筛上剩余量（1.18mm筛） | % | ≤0.1 | JTG E20 T 0652 |
| 黏度 | 标准黏度C25.3 | S | 12～60 | JTG E20 T 0621 |
| 恩格拉黏度E25 | — | 3～30 | JTG E20 T 0622 |
| 蒸发残留物 | 含量 | % | ≥60 | JTG E20 T 0651 |
| 针入度（100g，25℃，5s） | 0.1mm | 40～100 | JTG E20 T 0604 |
| 软化点（R&B） | ℃ | ≥55 | JTG E20 T 0606 |
| 延度（5℃，5cm/min） | cm | ≥20 | JTG E20 T 0605 |
| 储存稳定性 | 1d | % | ≤1 | JTG E20 T 0655 |
| 5d | % | ≤5 |

**5** 高反光雾封层材料应具有良好的渗透性、增加路面防水能力和恢复高反光路面表面颜色的功能。高反光雾封层喷洒用乳化胶结料的技术要求应符合表6.2.1-5的规定。

**表6.2.1-5 高反光雾封层喷洒用乳化胶结料技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 破乳速度 | — | 快裂或中裂 | JTG E20 T 0658 |
| 筛上剩余量（1.18mm筛） | % | ≤0.1 | JTG E20 T 0652 |
| 黏度 | 标准黏度C25.3 | s | 10～25 | JTG E20 T 0621 |
| 恩格拉黏度E25 | — | 2～10 | JTG E20 T 0622 |
| 蒸发残留物 | 含量 | % | ≥50 | JTG E20 T 0651 |
| 针入度（100g，25℃，5s） | 0.1mm | 50～200 | JTG E20 T 0604 |
| 延度（15℃，5cm/min） | cm | ≥40 | JTG E20 T 0605 |
| 储存稳定性 | 1d | % | ≤1 | JTG E20 T 0655 |
| 5d | % | ≤5 |

**6** 高反光路面防护剂应具有耐光照老化、防水防污能力以及增强高反光路面耐腐蚀性和耐磨性的功能，其技术要求应符合表6.2.1-6的规定。

**表6.2.1-6 高反光路面防护剂技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 涂膜外观 | — | 干燥后无发皱、起泡、开裂、粘胎等现象，涂膜颜色和外观应与标准板无明显差异 | 目视 |
| 密度 | g/cm³ | ≥1.2 | GB/T 6750 |
| 固体含量 | % | ≥55 | GB/T 1725 |
| 黏度（涂4杯） | s | ≥60 | GB/T 1723 |
| 干燥时间 | min | ≤15 | GB/T 1728 |
| 遮盖力 | g | ≥80 | GB/T 13452.3 |
| 附着性（划圈法） | 级 | ≤2 | GB/T 1720 |
| 柔韧性 | mm | ≥2 | GB/T 1731 |
| 耐磨性（200r/1000g后减重，JM-100橡胶砂轮） | mg | ≤40 | GB/T 1768 |
| 耐水性，24h | — | 无起泡、软化、剥落现象，无明显变色 | JT/T 712 |
| 耐碱性，24h | — |
| 施工性能 | — | 喷涂或滚涂施工性能良好 | — |

**6.2.2** 长余辉发光路面养护维修材料的技术指标应符合下列规定：

**1** 长余辉发光路面胶结料可以为固化时间合适、透光性好的聚酸树脂材料、浅色聚氨酯材料、环氧树脂材料及浅色沥青材料等，其技术要求应符合表6.2.2-1的规定。

**表6.2.2-1 长余辉发光路面胶结料技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验测定项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 针入度（25℃，5s，100g） | 0.1 mm | 80～100 | JTG E20 T0604 |
| 延度（10 ℃） | cm | ≥45 | JTG E20 T0605 |
| 软化点 | ℃ | ≥45 | JTG E20 T0606 |
| 密度（15 ℃） | g·cm-3 | — | JTG E20 T0603 |
| 闪点 | ℃ | ≥245 | JTG E20 T0611 |
| 薄膜烘箱试验（163℃，5 h） | 质量变化 | % | ≤±0.8 | JTG E20 T0610 |
| 残留针入度比 | % | ≥57 | JTG E20 T 0604 |
| 10 ℃延度 | cm | ≥6 | JTG E20 T 0605 |
| 颜色 | — | — | GB/T 1722 |

**2** 采用长余辉发光碎石替换部分集料，其材料粒径应符合表6.2.2-2的规定，其亮度指标应符合表6.2.2-3的规定。

**表6.2.2-2 长余辉发光碎石粒径规格**

|  |  |
| --- | --- |
| 公称粒径（mm） | 通过下列筛孔的质量百分率（%） |
| 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 0～3 | 100 | 100 | 80 ~ 100 | 50 ~ 80 | 25 ~ 60 | 8 ~ 45 | 0 ~ 25 | 0 ~ 15 |
| 0～5 | 100 | 90 ~ 100 | 60 ~ 90 | 40 ~ 75 | 20 ~ 55 | 7 ~ 40 | 2 ~ 20 | 0 ~ 10 |

**表6.2.2-3 长余辉发光碎石亮度指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试时间（min） | 10 | 60 |
| 余辉亮度（mcd/m2） | ≥850 | ≥130 |

**条文说明**

研究表明，长余辉材料替换路面集料时优先替代细集料，具有更好的发光效果与路用性能。随着胶结料种类的差异，长余辉材料替代比例至多可以接近50%，但不同胶结料之间差异性很大。因此在本条文中，仅给出粒径在4.75mm以下的替换级配要求，并且对替换用量未做出量化要求。具体替代数量宜以亮度提升需求和路用性能要求共同决定。

长余辉材料余晖亮度随时间衰变特征极为明显，初期极快，后期降低缓慢。一般60min后和8h余晖亮度仅相差在10 mcd/m2内，为了方便测试，本规程以60min余晖亮度作为评价标准。

**3** 长余辉发光涂料主要由用于制备结合料的高分子分散乳液（如丙烯酸酯类或聚氨酯类乳液）、分散剂、助成膜剂、消泡剂以及增稠剂和长余辉发光粉等组成。其中高分子分散乳液除应符合表6.2.2-4中标准外，还应符合现行行业标准《聚合物乳液建筑防水涂料》JC/T 864的有关规定，长余辉发光粉应符合现行国家标准《荧光粉》GB/T 5838的有关规定，分散剂、助成膜剂、消泡剂以及增稠剂选用应符合《建筑防水涂料安全技术规范（征求意见稿）》20220872-Q-339的有关规定。

**表****6.2.2-4 高分子分散乳液基本性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 涂膜外观 | 表干时间 | 干燥时间 |
| 平整光滑 | ≤3h | 24h |

**4** 对于使用粘层材料与原路面进行粘结的长余辉发光涂料，其粘层材料选用应符合表6.2.2-5～6.2.2-8中的要求。

**表6.2.2-5 环氧类粘结剂****技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 环氧树脂粘结剂Ⅰ型 | 环氧树脂粘结剂II型 |
| 拉伸强度（23℃） | MPa | ≥10.0 | ≥3.0 | GB/T 16777 |
| 断裂伸长率（23℃） | % | ≥10 | ≥100 |
| 表干时间（23℃） | min | ≤30 | — |
| 实干时间（23℃） | min | ≤60 | — |
| 不透水性（0.3MPa,24h） | — | 不透水 | 不透水 |
| 吸水率 | % | ≤0.3 | ≤0.3 | GB/T 1034 |
| 粘结强度（与原路面，25℃） | 原路面为沥青基路面材料 | MPa | — | ≥1.0 | JTG/T 3364-02附录B |
| 原路面为其他类型路面材料 | MPa | — | ≥1.5 |

**表6.2.2-6 甲基丙烯酸类粘结剂技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 固体含量 | % | ≥95 | GB/T 16777 |
| 表干时间（23℃） | h | ≤0.5 |
| 实干时间（23℃） | h | ≤1.0 |
| 拉伸强度（23℃） | MPa | ≥12.0 |
| 断裂伸长率（23℃） | % | ≥130 |
| 不透水性（0.3MPa，24h） | — | 不透水 |
| 低温柔性（-20℃，φ20mm圆筒） | — | 无裂纹 |
| 硬度（邵D） | — | 50~70 | GB/T 2411 |
| 抗冲击性（lkg，50cm） | — | 无裂纹 | GB/T 1732 |
| 粘结强度（与原路面，25℃） | MPa | ≥1.0 | JTG/T 3364-02附录B |

**表6.2.2-7 丙烯酸类粘结剂技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 固体含量 | % | ≥30 | GB/T 16777 |
| 表干时间（23℃） | h | ≤0.5 |
| 实干时间（23℃） | h | ≤1.0 |
| 粘结强度（与原路面，25℃） | MPa | ≥1.0 | JTG/T 3364-02附录B |

**表6.2.2-8 沥青基类粘结剂技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 拉伸强度（23℃） | MPa | ≥6.0 | GB/T 16777 |
| 断裂伸长率（23℃） | % | ≥190 |
| 不透水性（0.3MPa，24h） | — | 不透水 |
| 吸水率（7d，25℃） | % | ≤0.3 | GB/T 1034 |
| 粘度增加至1Pa∙s的时间（120℃） | min | ≥20 | JTG E20 T0625 |
| 粘结强度（与原路面，25℃） | 原路面为沥青基路面材料 | MPa | ≥1.0 | JTG/T 3364-02附录B |
| 原路面为其他类型路面材料 | MPa | ≥2.0 |

**6.2.3** 明亮路面灌缝胶的技术要求应符合表6.2.3的规定。明亮路面灌缝胶的颜色应与原明亮路面颜色接近，长余辉发光路面灌缝胶中应添加长余辉发光粉。

**表6.2.3 高反光灌封胶技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 评价指标 | 单位 | 高温型0℃ | 普通型-10℃ | 低温型-20℃ | 严寒型-30℃ | 试验方法 |
| 低温拉伸 | — | 通过 | 通过 | 通过 | 通过 | JT/T 740 |
| 针入度（150g，5s） | 0.1mm | 20~50 | 30~70 | 50~90 | 70~150 |
| 软化点 | ℃ | ≥90 | ≥80 | ≥80 | ≥80 | JTG E20 T 0606 |
| 流动值 | mm | ≤3 | ≤5 | ≤5 | ≤5 | JT/T 740 |
| 弹性回复率 | % | 30~70 |

6.3 日常保养与维修

**6.3.1**  明亮路面的清扫作业应符合下列规定：

**1** 明亮路面应定期开展路面日常清扫作业，清扫频率应根据路面污染程度、交通量的大小及其组成、当地气候及环境条件等因素而定，清扫时间应避开流量高峰时段。

**2** 可采用吸扫式、全吸式、纯扫式清扫设备进行清扫，禁止采用钢丝刷等金属工具。机械清扫留下的死角，应由人工清除干净。

**3**  除路面日常清扫作业外，明亮路面还应开展路面清洗作业，明亮路面清洗应符合下列规定：

1) 明亮路面清洗包括日常清洗和特殊清洗。日常清洗应根据季节、浮尘及降雨情况不同，采用专用的路面清洗机械对路面进行清洗，一般每月不少于1次。明亮路面受到突发性污染后，应及时组织特殊清洗。

2) 明亮路面受油类物质或其他化学品污染时，应先喷洒液态化学试剂处理，再用清水冲洗干净；应注意严格控制化学试剂的用量及类型，采用必要的废液收集、排口处理等措施，降低环境污染与损害；不得使用对路面结合料有溶解效果的化学物质，不得采用有腐蚀作用的化学方法。

**6.3.2**  明亮路面应定期检查路面排水和积水情况，清理、疏通配套排水设施，保持排水功能正常、路面无积水。

**6.3.3** 明亮路面的除冰雪作业应符合下列规定：

**1** 应避免使用会对明亮路面造成划伤的除雪设备。

**2** 积雪应及时铲离明亮路面，不应堆积于明亮路面上。

**6.3.4** 明亮路面的日常维修应符合下列规定：

**1** 在明亮路面上出现病害时，应分析其产生的原因，并根据路面结构类型、设计使用年限、处治季节、气温等实际情况，采取相应的病害处治措施。

**2**  明亮路面的各类病害处治除应按本规程第6.4节的规定执行。

**6.3.5** 明亮路面的日常保养与维修除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

6.4 病害处治

**6.4.1**  明亮路面病害处治前，应将病害处路表清理干净。

**6.4.2**  明亮路面的病害处治材料应符合下列规定：

**1** 明亮路面的病害处治材料应采用与原路面材料一致，其技术要求应符合本规程第6.2节的有关规定。

**2** 明亮路面裂缝处治应采用明亮灌缝胶进行灌缝，其技术要求应符合本规程第6.2.3条的规定。

**3** 对坑槽、车辙、沉陷等需将原路面面层挖除或铣刨后进行修补作业的病害，高反光路面的面层修补应采用与原路面一致的高反光混合料，长余辉发光路面的面层修补应采用与原路面一致的长余辉发光混合料。

**6.4.3**  明亮路面病害修补的边缘部位涂覆的黏层材料或贴缝胶的颜色应与新、旧路面的颜色都相近，高反光路面可涂覆高反光乳化胶结料，长余辉发光路面可涂覆长余辉发光涂料。

**6.4.4**  明亮路面病害处治后，应在病害处治位置新路面表面涂一层防护涂层：高反光路面应涂高反光路面防护剂，长余辉发光路面应涂防水透明树脂。防护涂层面积应大于病害处治范围。

**6.4.5**  明亮路面的病害处治除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

6.5 养护工程设计

**6.5.1** 高反光路面养护工程的结构组合设计应符合下列规定：

**1** 高反光路面养护工程的结构组成应与原路面结构相同，应以高反光路面面层作为明亮功能层，其以下路面结构应由普通沥青或水泥混凝土面层下承层、基层和垫层组成。

**2** 高反光路面面层的厚度应根据集料公称最大粒径设计，高反光密级配路面厚度不宜小于混合料公称最大粒径的2.5倍。

**6.5.2** 高反光路面养护工程的材料组合设计应符合下列规定：

**1** 高反光路面养护工程应采用高反光胶结料，其材料技术要求应符合本规程第6.2.1条的规定。

**2** 高反光路面混合料组成设计应符合下列规定：

1)高反光混合料矿料级配设计应按现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的规定执行。

2)高反光混合料的配合比设计宜采用马歇尔试验法。机动车道可使用旋转压实剪切实验机（GTM）和沥青混合料配合比设计法（Superpave），但必须使用马歇尔试验进行配合比验证。

3)高反光密级配混合料设计空隙率应为3% ~ 5%。

4)高反光混合料的技术要求应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的有关规定。

5)高反光路面应具有平整、密实、抗滑、耐久的性能，并应具有抗高温车辙、低温开裂的能力和良好的水稳定性，其路用性能应符合表6.5.2的要求。

**表6.5.2 高反光路面路用性能技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 技术要求 | 检验方法 |
| 平整度 | 国际平整度指数IRI | m/km | ＜2.5 | JTG 3450 |
| 标准差*σ* | mm | ＜1.5 |
| 抗滑性能 | 横向力系数SFC60 | — | ≥54 |
| 构造深度TD | mm | ≥0.55 |
| 渗水系数 | mL/min | ≤50 |
| 高温稳定性 | 动稳定度 | 次/mm | 高反光普通胶结料 | ≥1000 | JTG E20 |
| 高反光改性胶结料 | ≥3000 |
| 水稳性 | 冻融劈裂试验残留强度比 | % | 高反光普通胶结料 | ≥75 |
| 高反光改性胶结料 | ≥80 |
| 浸水马歇尔试验残留稳定度 | 高反光普通胶结料 | ≥80 |
| 高反光改性胶结料 | ≥85 |
| 低温抗裂性 | 极限破坏应变 | με | 高反光普通胶结料 | ≥2600 |
| 高反光改性胶结料 | ≥3000 |

**6.5.3** 长余辉发光路面包括养护工程的结构组合设计应与原路面结构相同，应以长余辉发光涂层或长余辉发光铺装层作为明亮功能层，其以下路面结构应由普通沥青或水泥混凝土面层、基层和垫层组成。

**6.5.4** 涂层型长余辉发光路面养护工程的材料组合设计应符合下列规定：

**1** 长余辉发光涂料配合比设计时应综合考虑路用性能、发光性能和经济效益进行协同设计。可采用先对路用性能和发光性能关键指标进行平衡设计，后对符合要求的路面材料组成进行经济效益比对的方式确定材料配合比。具体设计过程主要确定长效发光粉类型、掺量、细度等参数。

**2** 长余辉发光涂料制备工艺按照如下步骤进行：按配合比设计要求称取各材料，并准备好搅拌容器；将基液等导入搅拌容器，根据材料制备特点，先后加入分散剂、助成膜剂和消泡剂、发光材料和增稠剂等组分，依据具体制备工艺分别搅拌相应的时间直至材料充分分散且性能稳定，得到长余辉发光涂料。

**3** 涂层型长余辉发光路面中沥青混合料路用性能应满足现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40中沥青混合料路面的指标要求。

**6.5.5** 铺装型长余辉发光路面养护工程的材料组合设计应符合下列规定：

**1** 长余辉发光混合料的矿料级配设计应按符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的有关规定。

**2** 长余辉发光混合料可按照下列方法确定合理的结合料与集料比例（胶石比）：

1) 长余辉发光路面中高性能浅色胶结料以外掺的方式加入混合料中。发光材料胶石比为胶结料质量与集料总质量的百分比。

2)胶石比应根据长余辉发光路面实际需求以及所在的区域确定，综合考虑长余辉发光混合料路用性能与发光性能，并以经济性为约束条件进行验证；长余辉发光混合料的空隙率范围宜选取在3% ~ 6%之间。

3) 路用性能设计指标一般应参考长余辉发光路面设计所在地的关键性影响指标进行确定，发光性能指标宜采用路面逆反射亮度系数和余辉时长共同评价；其中路面逆反射亮度系数按照现行国家标准《新划路面标线初始逆反射亮度系数及测试方法》GB/T 21383执行，余辉时长按照本规程附录B的规定进行检测。

**3**  长余辉发光混合料中长余辉发光碎石掺配可按照下列方法进行：

1) 长余辉发光碎石掺量应考虑其对长余辉沥青路面混合料发光性能和路用性能的影响，在不改变混合料级配的情况下，一般用小于4.75mm粒径的长余辉发光碎石替代等效粒径的集料，占矿料总质量的百分比一般不超过25%，为减小掺入长余辉发光碎石对混合料路用性能的影响，优先替换等效粒径较小的集料。

2)掺入长余辉发光碎石应满足发光性能设计目标。

**4** 长余辉发光路面防水要求应符合下列规定：

1) 为防止长余辉材料遇水水解，需设置透明树脂防水封层。

2)透明树脂防水封层设计方法按照现行行业标准《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01的规定进行。

**5** 铺装型长余辉发光路面中长余辉发光混合料路用性能应满足现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40中沥青混合料路面的指标要求。

**6.5.6** 明亮路面养护工程的结构厚度验算与结构力学验算应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50和《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的相关规定。

**6.5.7** 明亮路面养护工程设计除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

6.6 预防养护

**6.6.1** 明亮路面预防养护施工之前，应进行病害处治，并保持原路面清洁、干燥。

**6.6.2** 高反光路面的预防养护应符合下列规定：

**1** 高反光路面宜采用高反光路面防护剂进行路面防护。第一次路面防护可在路面铺筑后开放交通前进行，以后宜每2年1次。高反光路面防护剂应符合本规程第6.2.1条第6款的规定。

**2** 高反光路面出现轻微透水，宜采用高反光雾封层修复。高反光路面出现严重透水或较严重且面积较大的病害时，可采用高反光微表处修复。

**3** 高反光路面抗滑性能出现轻微或中等程度的不足，可采用与原路面色彩一致的高反光含砂雾封层处理；若抗滑性能严重不足，可采用与原路面色彩一致的高反光微表处进行处理。

**4** 因病害导致路面不平整的高反光路面，可采用与原路面色彩一致的高反光薄层罩面与高反光超薄罩面处理。

**5** 高反光雾封层与高反光微表处应采用高反光乳化胶结料，高反光薄层罩面与高反光超薄罩应采用高反光改性胶结料，其技术性能应符合本规程第6.2节的有关规定。

**6.6.3** 涂层型长余辉发光路面的预防养护通过涂层修复进行预防养护，应符合下列规定：

**1** 应将沿修复范围内松散的表面长余辉长余辉发光涂层清除干净，大范围涂层清除可采用打磨、铣刨、喷砂、刷擦和高压水射流等机械清除方法，小范围涂层清除可采用铲刀或批刀。

**2** 使用高压清洗机彻底清理施工区域的路面，包括去除灰尘、油污、碎石、松散料和其他杂物，确保路面光洁无杂质、结实不松动。

**3**  修补路面的病害，使路面密实防水且平整。

**4** 采用喷涂法将高效蓄能发光涂料均匀涂在修复范围的路面上，大面积修复应使用道路喷涂专用机械设备进行施工，新涂层厚度应与原涂层一致。对于使用粘层材料与原路面进行粘结的长余辉发光涂料，应在喷涂高效蓄能发光涂料前，先喷涂粘层材料。长余辉发光涂料与粘层材料的技术要求应符合本规程第6.2.2节的规定。

**6.6.4** 铺装型长余辉发光路面宜的预防养护应符合下列规定：

**1** 长余辉发光路面采用透明树脂涂料封层进行路面防护。第一次路面防护可在路面铺筑后开放交通前进行，以后宜每3年1次。

**2** 铺装型长余辉发光路面出现透水、环境功能衰减，可采用喷涂长余辉发光涂料处理。

**6.6.5** 明亮路面的预防养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

6.7 修复养护

**6.7.1** 明亮路面的明亮功能层修复养护材料应与原路面一致，高反光路面应采用高反光混合料，铺装型长余辉发光路面应采用长余辉发光混合料，涂层型长余辉发光路面应采用长余辉发光涂层和常规沥青混合料，其技术要求应符合本规程第6.2节、第6.5节的有关规定。

**6.7.2** 当明亮路面的结构强度满足要求，且预防养护不能满足修复路面病害、恢复路面环境功能时，应采用罩面养护，包括：直接罩面和表面层铣刨后罩面。

**6.7.3** 明亮路面的罩面养护应符合下列规定：

**1** 罩面适用于修复病害、需要改善抗滑等使用性能、恢复降噪功能的各等级明亮路面。

**2** 涂层型长余辉发光路面铺筑罩面前，应将原路面的长余辉发光涂层清除干净。在铺筑常规沥青混合料罩面后，再重新喷涂长余辉发光涂层。

**3** 铺筑罩面前，应在原路面表面或铣刨后下承层表面喷洒一层黏结层，黏结层材料应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的有关规定。

**6.7.4** 当明亮路面的结构强度不足、旧路病害严重、需要改善使用性能时，应采用结构性补强养护，包括：直接加铺补强与铣刨加铺补强，并应符合行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142-2019中第10章的有关规定。

**6.7.5**  明亮路面的再生利用应符合以下规定：

**1** 明亮路面铣刨、挖除的旧料宜再生利用。

**2** 高反光路面与涂层型长余辉发光路面可进行就地热再生，涂层型长余辉发光路面就地热再生前应清除原路面的长余辉发光涂层。

**3** 厂拌再生时，明亮路面面层旧料应按照明亮功能层和下承层分别回收、堆放并再生利用。

**4** 高反光路面的明亮功能层再生利用时应添加新的高反光胶结料，铺装型长余辉发光路面的明亮功能层再生利用时应添加新的长余辉发光碎石。

**5** 明亮路面再生利用应符合现行行业标准《公路沥青路面再生技术规范》JTG/T 5521和《城镇道路沥青路面再生利用技术规程》CJJ/T 43的有关规定。

**6.7.6** 明亮路面的罩面、结构性补强和再生利用后的明亮功能应按新建明亮路面重新设计。

**6.7.7** 明亮路面的修复养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的相关要求。

7 排水式净水路面养护

7.1 一般规定

**7.1.1** 排水式净水路面包括单层净水沥青路面、双层净水沥青路面和半透式净水沥青路面，应按照等不同类型的特点采取针对性路面养护措施。

**条文说明**

目前排水式净水路面主要有面层式、半透式和全透式三类，对于沥青路面，在极端条件下，面层净水式净水路面在部分指标上的净化效果不够理想，需要通过半透式净水路面进一步提升其净化能力。从现有的研究和实践应用来看，全透式路面的应用仍相对较少，因此本规程只对面层式和半透式进行了规定。

**7.1.2** 排水式净水路面的养护应同时考虑对技术状况和排水净水功能的恢复，不应采取只恢复技术状况而对排水净水功能有损害的养护措施。

7.2 养护维修材料

**7.2.1** 排水式净水路面的养护维修材料应采用与原路面结构一致的净水沥青混合料，沥青、集料、填料、纤维稳定剂等原材料的技术性能应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的有关规定。

**7.2.2** 排水式净水路面养护维修材料的技术指标应符合下列规定：

**1** 排水式净水路面应采用高性能改性沥青，其质量应符合行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03-2020中第5.2.2条的规定。

**2** 排水式净水路面采用的净水材料技术指标应符合下列规定：

**1)** 净水材料可为粉煤灰、膨润土、硅藻土、纤维材料，将其对沥青和水泥进行改性，提升路面的净水能力。其中，粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的有关规定，膨润土应符合现行国家标准《膨润土》GB/T 20973的有关规定，硅藻土应符合现行行业标准《硅藻土》JC/T 414的有关规定，纤维应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221的有关规定，且面层技术指标应符合表7.2.2-1的要求。

**表7.2.1-1 净化能力技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水污染指标 | SS | COD | TN | TP | Zn | Pb |
| 污染净化率（%） | ≥40 | ≥10 | ≥10 | ≥30 | ≥40 | ≥40 |

**2)** 当采用净水材料对道路中集料进行替代时，净水集料可选用沸石和陶粒等材料。沸石应符合表7.2.2-2的要求，陶粒应符合现行行业标准《污泥陶粒》JC/T 2621的有关规定，且面层技术指标应符合表7.2.2-1的要求。

**表7.2.2-2 沸石技术要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术要求 |
| 吸铵值/（mmol/100g） | ≥130 |
| 活性指数/% | 7d | ≤90 |
| 28d | ≤90 |
| 需水量比/% | ≤115 |
| 含水量（质量分数）/% | ≤5 |

7.3 日常保养与维修

**7.3.1** 排水式净水路面的日常保养包括清扫作业、排水作业与除冰雪作业，与多孔降噪路面的日常保养措施相同，应符合本规程第5.3.1条~第5.3.4条的规定。

**条文说明**

排水式净水路面与多孔降噪路面均属于大空隙路面，日常保养侧重于路面空隙清理与排水设施维护，因此该两种路面可采用相同的日常保养措施。

**7.3.2** 排水式净水路面的日常维修应符合下列规定：

**1** 在排水式净水路面上出现松散、裂缝、坑槽及变形等病害时，应分析其产生的原因，并根据路面结构类型、设计使用年限、处治季节、气温等实际情况，采取相应的病害处治措施。

**2**  排水式净水路面的各类病害处治除应按本规程第7.4节的规定执行。

**7.3.3**  排水式净水路面的日常保养与维修除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

7.4 病害处治

**7.4.1**  排水式净水路面病害处治前，应将病害处路表与空隙内部的杂物和粉尘清除干净。

**7.4.2**  排水式净水路面病害处治过程中，翻挖废料不应堆放在路面上，以防堵塞路面孔隙；回填的路面结构应与原路面结构一致。

**7.4.3**  排水式净水路面的净水功能层病害处治材料应采用与原路面一致的净水沥青混合料，其技术要求应符合本规程第7.2节的有关规定。应急处治时，可采用冷拌类或密实型材料进行，并应在可实施正常病害处治时予以清除。

**7.4.4**  单层净水沥青路面与双层净水沥青路面的病害处治应按本规程第5.4节的规定执行。

**7.4.5**  半透式净水沥青路面的病害处治应符合下列规定：

**1** 半透式净水沥青路面的净水沥青面层出现的病害，可铣刨病害范围的净水沥青面层，清除铣刨或凿落的碎屑、颗粒及粉尘，在透水基层透水功能检测达标后，加铺与原路面一致的净水沥青面层。

**2** 半透式净水沥青路面的透水基层出现的病害，应铣刨净水沥青面层，在处治好基层病害后，重新铺筑净水沥青面层。

**7.4.6**  排水式净水路面的病害处治除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

7.5 养护工程设计

**7.5.1** 排水式净水路面养护工程的结构组合设计应符合下列规定：

**1** 排水式净水路面养护工程的结构组成应与原路面结构相同。排水式净水沥青路面结构层应包括沥青面层、基层、底基层等层次。

**2** 单层和双层净水沥青路面养护工程的结构组成应符合下列规定：

1) 单层和双层净水沥青路面面层宜由净水功能层、防水黏结层和下承层组成。下承层应密实防水，并具有较强的抗车辙性能。

2) 单层和双层排水式净水沥青路面采用半刚性基层时，宜采取减少基层横向裂缝的技术措施；单层和双层排水式净水沥青路面也可采用级配碎石等柔性基层。

3) 单层和双层净水沥青路面结构应按现行行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350的有关规定执行。

4) 单层净水沥青路面净水技术要求应符合表7.2.1-1的规定，双层净水沥青路面净水技术要求应符合表7.5.1-1的规定。

**表7.5.1-1 双层净水沥青路面净化能力技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水污染指标 | SS | COD | TN | TP | Zn | Pb |
| 污染净化率（%） | ≥50 | ≥15 | ≥15 | ≥40 | ≥50 | ≥50 |

**3** 对于有更高净化要求的路面，宜采用半透式净水沥青路面结构，其养护工程的结构组成应符合下列规定：

1) 半透式净水沥青路面应包括净水面层、透水基层、防水封层、垫层等层次，封层材料的渗透系数不应大于80mL/min。

2) 净水面层应采用净水沥青混合料，其材料应符合本规程第7.2节的有关规定。

3) 透水基层可采用排水式沥青碎石基层（ATPB）、大粒径透水性沥青混合料（LSPM）或骨架空隙型水泥稳定碎石，该结构与材料应按现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40和《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190的有关规定执行。

4) 半透式净水沥青路面净水技术指标应符合表7.5.1-2要求。

**表7.5.1-2 半透式净水路面净化能力技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水污染指标 | SS | COD | TN | TP | Zn | Pb |
| 污染净化率（%） | ≥70 | ≥20 | ≥20 | ≥50 | ≥70 | ≥70 |

**7.5.2** 排水式净水路面养护工程的材料组合设计应符合下列规定：

**1** 排水式净水路面养护材料应符合本规程第7.2节的有关规定。

**2** 净水沥青混合料配合比设计时应考虑排水功能和路用性能的平衡，设计空隙率应综合降雨情况、路线坡度以及抗飞散性能等因素确定。

**3** 净水沥青混合料配合比设计应包括目标配合比设计、生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段，应符合行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03-2020中第6.3、6.4、6.5节的规定。

**4** 排水式净水路面中净水材料掺量确定方法应符合下列规定：

1) 排水式净水路面中对沥青改性的净水材料以外掺的方式加入混合料中，净水材料掺量为净水材料质量占混合料总质量的百分比；对于集料改性宜采用净水集料单一粒径替换的方式。一般只采取其中一种改性措施。

2) 净水材料掺量的确定应以沥青混合料总质量为基数，并保证面层结构净水能力符合表7.2.1-1要求，同时路用性能应满足现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的有关规定。

**7.5.3** 排水式净水沥青路面养护工程的结构厚度验算与结构力学验算应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50和《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的相关规定。

**7.5.4** 排水式净水沥青路面养护工程的排水系统及附属设施设计应满足现行行业标准《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350和《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190的有关规定。

**7.5.5** 排水式净水沥青路面养护工程设计除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

7.6 预防养护

**7.6.1** 排水式净水沥青路面预防养护施工之前，应进行路面清扫作业并用专用吸尘设备清理路面空隙，保持原路面清洁、干燥。

**7.6.2** 排水式净水沥青路面预防养护施工之前应进行病害处治。

**7.6.3** 排水式净水沥青路面在冷接缝和其他易发生飞散病害的路段，应采取喷洒渗透性树脂等增强抗飞散能力的技术措施。

**7.6.4** 排水式净水沥青路面应采用不影响排水净水功能发挥的预防养护措施，可采用大空隙的超薄罩面和薄层罩面。

**7.6.5** 排水式净水沥青路面的超薄罩面和薄层罩面养护应符合下列规定：

**1** 大空隙的超薄罩面和薄层罩面适用于预防或修复部分病害、改善抗滑等使用性能的各等级排水式净水沥青路面。

**2** 超薄罩面和薄层罩面的空隙率应不低于其下方的原净水功能层的空隙率，以防阻碍排水与净水功能的发挥。

**3** 排水式净水沥青路面的超薄罩面宜使用与铺筑厚度相匹配的UTO型和CPA型热拌沥青混合料或温拌沥青混合料，其材料应符合本规程第7.2节的有关规定。

**4** 排水式净水沥青路面的薄层罩面宜使用与铺筑厚度相匹配的OGFC型热拌沥青混合料或温拌沥青混合料，其材料应符合本规程第7.2节的有关规定。

**5**  对原路面损坏程度不超过轻度裂缝、轻度松散、轻微泛油，高差不超过10mm的各类变形，可直接实施超薄罩面和薄层罩面。对原路面超过上述损坏程度的病害，应按本规程第7.4节的有关规定进行原路面病害处治后，实施超薄罩面和薄层罩面。

**6**  超薄罩面和薄层罩面铺筑前，应在原路面表面喷洒一层黏层，其材料应符合本规程第5.6.5条第6款的规定。

**7.6.6** 排水式净水沥青路面的预防养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

7.7 修复养护

**7.7.1** 当排水式净水沥青路面的结构强度满足要求，且预防养护不能满足修复路面病害、恢复路面环境功能时，应采用罩面养护，包括：直接罩面和表面层铣刨后罩面。

**7.7.2** 排水式净水沥青路面的罩面养护应符合下列规定：

**1** 罩面适用于修复病害、需要改善抗滑等使用性能、恢复排水净水功能的各等级排水式净水沥青路面。

**2** 排水式净水沥青路面的罩面应采用净水沥青混合料，其结构与材料应符合本规程第7.2节、第7.5节的有关规定，宜与原路面的净水功能层一致。

**3** 采用直接铺筑罩面时，应在原排水式净水沥青路面表面喷洒一层黏层，该黏层应符合本规程第5.6.5条第6款的规定。

**4** 采用表面层铣刨后铺筑罩面时，应在铣刨后下承层表面喷洒一层防水黏结层，其材料应符合本规程第5.2.4条的规定。

**7.7.3** 当排水式净水沥青路面的结构强度不足、旧路病害严重、需要改善使用性能、恢复路面环境功能时，应采用结构性补强养护，包括：直接加铺补强与铣刨加铺补强。

**7.7.4** 排水式净水沥青路面的直接加铺补强应符合下列规定：

**1** 单层和双层净水沥青路面直接加铺的沥青面层应由净水功能层、防水黏结层和密实防水的下承层组成，净水功能层的结构与材料应符合本规程第7.2节、第7.5节的有关规定。

**2** 半透式净水沥青路面直接加铺的面层与基层应具有透水功能，其材料应符合本规程第7.2节和第7.5.1条第3款的有关规定。

**3** 排水式净水沥青路面直接加铺补强前，应对原路面的病害类型、层位及范围进行详细调查，并按本规程第7.4节的有关规定对病害进行彻底处治。

**7.7.5** 排水式净水沥青路面的铣刨加铺补强应符合下列规定：

**1** 应根据路面结构强度状况、主要病害发生层位等因素，确定采取铣刨加铺净水沥青面层，或基层与净水沥青面层共同补强措施，并应符合行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142-2019中第10.3节的规定。

**2** 排水式净水沥青路面铣刨后加铺的路面结构与材料应与原路面一致，材料应符合本规程第7.2节、第7.5节的有关规定。

**3**  半透式净水沥青路面铣刨净水沥青面层后，应及时清除铣刨或凿落的碎屑、颗粒及粉尘，在基层透水功能检测达标后，加铺与原路面表层结构一致的净水沥青面层。

**7.7.6**  排水式净水沥青路面的再生利用应符合以下规定：

**1** 排水式净水沥青路面铣刨、挖除的旧料宜再生利用。

**2** 路面病害波及范围不超过净水功能层的排水式净水沥青路面可进行就地热再生。

**3** 厂拌再生时，单层净水沥青路面面层旧料应按照净水功能层和下承层分别回收、堆放并再生利用，双层净水沥青路面面层旧料应按照净水功能层上层、净水功能层下层和下承层分别回收、堆放并再生利用，半透式净水沥青路面的净水面层与基层的旧料应分别回收、堆放并再生利用。

**4** 排水式净水沥青路面的净水功能层再生利用时应添加新的净水材料，应符合本规程第7.2节的有关规定。

**5** 排水式净水沥青路面再生利用应符合现行行业标准《公路沥青路面再生技术规范》JTG/T 5521和《城镇道路沥青路面再生利用技术规程》CJJ/T 43的有关规定。

**7.7.7** 排水式净水沥青路面的罩面、结构性补强和再生利用后的排水与净水功能应按新建排水式净水沥青路面重新设计。

**7.7.8** 排水式净水沥青路面的修复养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的相关要求。

8 光催化尾气降解路面养护

8.1 一般规定

**8.1.1**  光催化尾气降解路面分为表入式光催化尾气降解路面和掺入式光催化尾气降解路面，前者又分为喷洒型光催化尾气降解路面和涂层型光催化尾气降解路面，应按照不同类型的特点采取针对性路面养护措施。

**条文说明**

表入式光催化尾气降解路面是在原路面之上设置功能层，不影响原路面材料组成设计；掺入式光催化尾气降解路面则是在原路面完成配合比设计之后，采用等体积替换矿粉的方式将尾气降解粉料掺入设计的路面中。

**8.1.2** 光催化尾气降解路面的养护应同时考虑对技术状况和尾气降解功能的恢复，不应采取只恢复技术状况而对尾气降解功能有损害的养护措施。

8.2 养护维修材料

**8.2.1** 光催化尾气降解路面的养护维修材料应采用与原路面一致，沥青、集料、填料、纤维稳定剂等原材料的技术性能应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的有关规定。

**8.2.2** 表入式光催化尾气降解路面养护维修材料的技术指标应符合下列规定：

**1** 涂层型光催化尾气降解路面材料中的涂层宜采用环氧树脂、丙烯酸树脂等树脂类材料，其性能应符合表8.2.2-1的规定。

**表8.2.2-1 薄涂型树脂地面涂层材料要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | 技 术 指 标 | 检测方法 |
| 1 | 容器中的状态 | 搅拌后无硬块，呈均匀状态 | 目测 |
| 2 | 涂膜外观 | 平整，无折皱、针孔、气泡等缺陷 | 目测 |
| 4 | 干燥时间/min（23℃） | 表干 ≤ | 30 | GB/T 1728 |
| 实干 ≤ | 60 |
| 5 | 抗冲击性，Φ60mm，1000g的钢球 | 涂膜无裂纹、无剥落 | JC/T 1015 |
| 6 | 耐化学性 | 15%的NaOH液 | 涂膜完整，不起泡、不剥落，允许轻微变色 | GB/T 9265 |
| 10%的HCl溶液 |
| 120#溶剂汽油 |
| 7 | 拉伸强度/MPa（23℃） | ≥3 | GB/T 16777 |
| 8 | 断裂伸长率/%（23℃） | ≥100 |
| 9 | 粘结强度/MPa（与原路面，25℃） | ≥3.0 | JTG/T 3364-02附录B |

**2** 喷洒类光催化尾气降解路面材料是将光催化剂均匀分散在水或者乳化沥青粘结材料中形成的可用于尾气降解的光催化溶液，其应符合下列规定：

1) 用于分散光催化剂的乳化沥青粘结材料技术指标应符合表8.2.2-2规定。

**表8.2.2-2 光催化溶液中乳化沥青类粘结材料要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | 单位 | 技术要求 | 检测方法 |
| 1 | 均匀性 | — | 搅拌后无结块或沉淀 | 目测 |
| 2 | 黏度 | 恩格拉黏度 | — | 1-6 | JTG E20 T 0622 |
| 赛波特黏度 | — | 3-22 | JTG E20 T 0623 |
| 3 | 蒸发残留物含量 | % | ≥60 | JTG E20 T 0651 |
| 4 | 筛上剩余量 | % | ≤0.1 | JTG E20 T 0652 |
| 5 | 微粒离子电荷 | — | 阳离子（+） | JTG E20 T 0653 |
| 6 | 常温贮藏稳定性（1d） | % | ≤1 | JTG E20 T 0655 |
| 7 | 与水混合稳定性 | — | 通过 | JTG E20 T 0665 |

注：黏度指标：恩格拉黏度与赛波特黏度二者选其一。

2) 用于尾气降解的光催化溶液应符合表8.2.2-3的性状指标要求。

**表8.2.2-3 光催化溶液性状要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 指标 | 检验方法 |
| 在容器中状态 | 正常 | GB/T 31815 |
| 低温稳定性 | 不变质 | GB/T 9268 |
| 溶液透明度 | 15cm | SL 87 |
| 固含量 | （0.5～3.0） g/L | GB/T 1725 |
| pH值 | 3.0～9.0 | GB/T 9724 |
| 尾气降解率 | ≥25% | 本规程附录C |

3) 用于沥青道路的光催化溶液中有害物质应符合现行国家标准《建筑用墙面涂料中有害物质限量》GB 18582的限量要求，其中挥发性有机物（VOC）含量和游离甲醛含量应符合表8.2.2-4要求。

**表8.2.2-4 光催化溶液中有害物质限量要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 指标 |
| 挥发性有机物（VOC）含量 | g/L | ≤100 |
| 游离甲醛含量 | mg/kg | ≤50 |

**条文说明**

光催化溶液是指光催化剂、分散剂和可蒸发溶剂充分混合形成的分散液。其通过喷洒的方式喷涂于道路表面，经过一定的时间溶剂蒸发，光催化剂附着于道路表面。由于光催化溶液直接喷涂于道路表面，所以其适用于交通量较少的路段，如二级及二级以下道路、次干路和支路等。

为了保证光催化溶液在低温条件下可以正常施涂，应保证其在低温条件下有一定的稳定性；为了保证有一定的尾气降解效率，溶液中的光催化剂含量应符合要求；光催化溶液中的溶剂易蒸发，应当对溶液中的有害物质进行检测，防止过量有害气体进入空气造成污染。

**8.2.3** 用于雾封层、微表处等封层的尾气降解乳化胶结料，其技术要求除应符合本规程第8.2.2条的规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01的有关规定。

**8.2.4** 掺入式光催化尾气降解路面养护维修材料的技术指标应符合下列规定：

**1**  掺入式光催化尾气降解路面的养护维修材料性能应稳定，采用本规程附录C中测试方法混合料的机动车尾气降解能力不低于10%。

**2** 掺入式尾气降解沥青混合料的路用性能指标按照现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40中沥青混合料规定执行。

8.3 日常保养与维修

**8.3.1** 光催化尾气降解路面的清扫作业应符合下列规定：

**1** 定期开展路面日常清扫作业，清扫频率应根据路面污染程度、交通量的大小及其组成、当地气候及环境条件等因素而定，清扫时间应避开流量高峰时段。

**2** 可采用吸扫式、全吸式、纯扫式清扫设备进行清扫，禁止采用钢丝刷等金属工具。机械清扫留下的死角，应由人工清除干净。

**3** 应加强车行道外侧车道的清扫。

**4** 当光催化尾气降解路面被油类物质或化学物品污染时，应先喷洒液态化学试剂处理，再用清水冲洗干净；应注意严格控制化学试剂的用量及类型，采用必要的废液收集、排口处理等措施，降低环境污染与损害；不得使用对路面结合料有溶解效果的化学物质，不得采用有腐蚀作用的化学方法。

**8.3.2**  光催化尾气降解路面应定期检查路面排水和积水情况，清理、疏通配套排水设施，保持排水功能正常、路面无积水。

**8.3.3** 光催化尾气降解路面的除冰雪作业应符合下列规定：

**1** 应避免使用会对光催化尾气降解路面造成划伤的除雪设备。

**2** 积雪应及时铲离光催化尾气降解路面，不应堆积于路面上。

**8.3.4** 光催化尾气降解路面的日常维修应符合下列规定：

**1** 在光催化尾气降解路面上出现病害时，应分析其产生的原因，并根据路面结构类型、设计使用年限、处治季节、气温等实际情况，采取相应的病害处治措施。

**2**  光催化尾气降解路面的各类病害处治除应按本规程第6.4节的规定执行。

**8.3.5** 光催化尾气降解路面的日常保养与维修除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

8.4 病害处治

**8.4.1**  光催化尾气降解路面病害处治前，应将病害处路表清理干净。

**8.4.2**  光催化尾气降解路面的病害处治材料应符合下列规定：

**1** 光催化尾气降解路面的病害处治材料应采用与原路面材料一致，其技术要求应符合本规程第8.2节的有关规定。

**2** 光催化尾气降解路面的裂缝处治应采用灌缝胶进行灌缝，灌缝胶技术要求应符合现行行业标准《路面加热型密封胶》JT/T 740的有关规定。

**3** 对坑槽、车辙、沉陷等需将原路面面层挖除或铣刨后进行修补作业的病害，掺入式光催化尾气降解路面的面层修补应采用与原路面一致的尾气降解沥青混合料；表入式光催化尾气降解路面的面层修补应先采用与原路面一致的沥青混合料，然后再喷涂光催化溶液或尾气降解涂层。

**8.4.3**  光催化尾气降解路面的病害处治除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

8.5 养护工程设计

**8.5.1** 光催化尾气降解路面养护工程的结构组合设计应符合下列规定：

**1** 光催化尾气降解路面养护工程的结构组成应与原路面结构相同。光催化尾气降解路面面层应作为尾气降解功能层，其以下路面结构应由普通沥青或水泥混凝土面层、基层和垫层组成。

**2** 光催化尾气降解路面面层的厚度应根据集料公称最大粒径设计，其路面厚度不宜小于混合料公称最大粒径的2.5倍。

**8.5.2** 表入式光催化尾气降解路面养护工程的材料组合设计应符合下列规定：

**1** 道路用光催化粘层材料的产品性能应符合本规程第8.2.2节的技术要求，其他未提及性能应符合现行行业标准《环氧树脂地面涂层材料标准规范》JC/T 1015的有关规定。

**2** 喷洒型光催化尾气降解路面的乳化沥青粘结材料类型和洒布量应符合表8.5.2-1的规定。

**表****8.5.2-1乳化沥青粘结材料洒布量（**单位：kg/m2**）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 粘结材料类型 | 乳化沥青 | SBR改性乳化沥青 | SBS改性乳化沥青 | 水性环氧树脂改性乳化沥青 |
| 沥青路面粘层 | 0.3～0.6 | 0.5～0.8 |
| 水泥混凝土路面、桥面粘结层 | 0.3～0.5 | 0.4～0.7 |

注 ：粘结材料中的蒸发残留物以50%为基准。

**3** 涂层型光催化尾气降解路面的尾气降解涂层材料组成设计包括涂层材料选择和用量确定、光催化材料选择和用量确定两部分。

1) 涂层材料选择应符合本规程表8.2.2-1的规定，涂层材料干燥后成膜厚度应小于100μm；

2) 光催化材料应性能稳定可靠，且符合路用性能和光催化型尾气降解要求；

3) 光催化材料选择和用量确定可借助平衡设计方法进行确定，筛选涂层应用所在地的关键路用性能指标和光催化型尾气降解能力作为平衡设计的关键设计指标，筛选材料类型并初步用量范围；结合其他路用性能和光催化型尾气降解能力评价指标以及经济性指标进行进一步验证，确定合理的光催化材料类型和用量。

4) 尾气降解涂层的基本性状宜符合表8.5.2-2的要求。

**表8.5.2-2尾气降解涂层基本性状要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | 指 标 | 检验方法 |
| 涂层干燥时间a | ≤60 min | GB/T 1728 |
| 涂膜外观a | 涂膜外观正常 | — |
| 耐水性（96 h）a | 无异常 | — |
| 耐湿冷热循环性（5次）a | 无异常 | — |
| 耐人工气候老化（700 h）b |  无起泡、无剥落、无裂纹 | — |
| a检测项目以沥青基底为测试样片。b检测项目以玻璃基底为测试样片。 |

**4** 表入式光催化尾气降解路面路用性能应符合下列规定：

1) 表入式光催化尾气降解路面沥青混合料路用性能均应满足现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40中沥青混合料路面的指标要求。

2) 路面材料的渗水系数应不大于300ml/min。

3) 路面抗滑性能应符合现行行业标准《公路工程技术标准》JTG B01的相关规定。

**8.5.3** 掺入式光催化尾气降解路面的尾气降解沥青混合料的材料组成设计应符合下列规定：

**1** 尾气降解沥青混合料的级配选择及沥青用量确定应参照现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40规定的马歇尔试验方法进行。

**2** 尾气降解粉料掺量的确定应以沥青混合料总质量为基数，根据尾气降解路面沥青路面需求及所在区域气候条件确定。

**3** 尾气降解粉料以掺入的方式加入沥青混合料中，尾气降解粉料掺量为尾气降解粉料质量占矿粉总质量的百分比。

**4** 尾气降解沥青混合料的路用性能按照现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的有关规定执行。

**5** 掺入式光催化尾气降解路面的尾气降解粉料掺量应在满足路用性能的基础上，尾气降解率宜不小于10%。

8.6 预防养护

**8.6.1** 光催化尾气降解路面预防养护施工之前，应进行病害处治，并保持原路面清洁、干燥。

**8.6.2** 掺入式光催化尾气降解路面的预防养护应符合下列规定：

**1** 掺入式光催化尾气降解路面出现轻微透水，宜采用尾气降解雾封层修复。非机动车道严重透水时，可采用增加尾气降解涂层的方法处理。机动车道出现严重透水或较严重且面积较大的病害时，可采用尾气降解微表处修复。

**2** 掺入式光催化尾气降解路面抗滑性能出现轻微或中等程度的不足，可采用的尾气降解含砂雾封层处理；若抗滑性能严重不足，可采用尾气降解微表处进行处理。

**3** 因病害导致路面不平整的掺入式光催化尾气降解路面，可采用尾气降解沥青混合料的薄层罩面与超薄罩面处理，其技术要求应符合本规程第8.2.4条、第8.5.3条以及现行行业标准《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01的有关规定。

**4** 尾气降解雾封层和尾气降解微表处应采用尾气降解乳化胶结料，其技术要求应符合本规程第8.2.3条的规定。尾气降解涂层应符合本规程第8.2.2条和第8.5.2条的规定。

**8.6.3** 喷洒型光催化尾气降解路面的预防养护应符合下列规定：

**1** 喷洒型光催化尾气降解路面可采用光催化溶液进行预防养护。

**2** 因病害导致路面不平整的喷洒型光催化尾气降解路面，在铺筑薄层罩面或封层罩面后，应在罩面表面喷涂光催化溶液。

**3** 光催化溶液的技术要求应符合第8.2.2条和第8.5.2条的规定。

**8.6.4** 涂层型光催化尾气降解路面的预防养护通过涂层修复进行预防养护，应符合下列规定：

**1** 应将沿修复范围内松散的尾气降解涂层清除干净，大范围涂层清除可采用打磨、铣刨、喷砂、刷擦和高压水射流等机械清除方法，小范围涂层清除可采用铲刀或批刀。

**2** 使用高压清洗机彻底清理施工区域的路面，包括去除灰尘、油污、碎石、松散料和其他杂物，确保路面光洁无杂质、结实不松动。

**3**  涂层清除后，应修补路面的病害，使路面密实防水且平整。

**4** 将光催化粘层材料和尾气降解涂层材料先后均匀涂在修复范围的路面上，大面积修复应使用道路喷涂专用机械设备进行施工，新涂层厚度应与原涂层一致。光催化粘层材料和尾气降解涂层材料的技术要求应符合本规程第8.5.2条第1款和第8.2.2条第1款的规定。

**8.6.5** 光催化尾气降解路面的预防养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

8.7 修复养护

**8.7.1** 当光催化尾气降解路面的结构强度满足要求，且预防性养护不能满足修复路面病害、恢复路面环境功能时，应采用罩面养护，包括：直接罩面和表面层铣刨后罩面。

**8.7.2** 当光催化尾气降解路面的结构强度不足、旧路病害严重、需要改善使用性能、恢复路面环境功能时，应采用结构性补强养护，包括：直接加铺补强与铣刨加铺补强。

**8.7.3** 掺入式光催化尾气降解路面的修复养护应符合下列规定：

**1** 掺入式光催化尾气降解路面的罩面与结构性补强的尾气降解功能层应采用尾气降解沥青混合料，其结构与材料应符合本规程第8.2.4条、第8.5.3条的规定，宜与原路面的尾气降解功能层一致。

**2** 路面病害波及范围不超过尾气降解功能层的掺入式光催化尾气降解路面可进行就地热再生。

**3** 厂拌再生时，掺入式光催化尾气降解路面面层旧料应按照尾气降解功能层和其它面层分别回收、堆放并再生利用。

**4** 掺入式光催化尾气降解路面的尾气降解层再生利用时应添加新的尾气降解粉料，应符合本规程第8.5.3条的规定。

**8.7.4** 喷洒型和涂层型光催化尾气降解路面的修复养护应符合下列规定：

**1** 当路面状况需要加铺罩面、结构性补强或就地再生时，应在完成罩面、结构性补强或就地再生后，向沥青混合料面层上方喷涂光催化溶液或尾气降解涂层。

**2** 喷洒型和涂层型光催化尾气降解路面的罩面与结构性补强面层应采用与原路面一致的沥青混合料，其结构与材料应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

**3** 涂层型光催化尾气降解路面直接加铺罩面或直接加铺补强前，应将原路面的尾气降解涂层清除干净，并在清除涂层后的原路面表面喷洒一层黏结层。

**4** 喷洒型和涂层型光催化尾气降解路面可按照常规沥青路面进行再生利用，应符合现行行业标准《公路沥青路面再生技术规范》JTG/T 5521和《城镇道路沥青路面再生利用技术规程》CJJ/T 43的有关规定。

**8.7.5** 光催化尾气降解路面的罩面、结构性补强和再生利用后的尾气降解功能功能应按新建光催化尾气降解路面重新设计。

**8.7.6** 光催化尾气降解路面的修复养护除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的相关要求。

9 质量检查与验收

**9.0.1**  运营期低环境影响路面养护质量要求包括路面环境功能要求与路面技术状况要求。

**9.0.2**  运营期低环境影响路面技术状况的养护质量检查与验收应符合现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142、《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01和《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG 5220的相关要求。

**9.0.3** 运营期低环境影响路面日常维修和养护工程应加强质量管理，严格实施过程质量控制，落实日常维修考核和养护工程验收制度。

**9.0.4**  多孔降噪路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收应符合表9.0.4的规定。

**表9.0.4 多孔降噪路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 路面类型 | 养护类型 | 评定指标 | 养护质量要求 | 检查频率 | 检查方法 |
| Ⅰ等养护 | Ⅱ等养护 | Ⅲ等养护 |
| 多孔降噪路面 | 预防养护 | *NRFR* | 等级为“良”及以上 | 5个点/km | 4个点/km | 3个点/km | GB/T 31884 |
| 修复养护 | 达到新建多孔降噪路面设计要求 |

**9.0.5**  明亮路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收应符合表9.0.5的规定。

**表9.0.5 明亮路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 路面类型 | 养护类型 | 评定指标 | 养护质量要求 | 检查频率 | 检查方法 |
| Ⅰ等养护 | Ⅱ等养护 | Ⅲ等养护 |
| 高反光路面 | 预防养护 | *Q* | 等级为“良”及以上 | 5个点/km | 4个点/km | 3个点/km | GB/T 21383、GB/T 26377 |
| 修复养护 | 达到新建高反光路面设计要求 |
| 长余辉发光路面 | 预防养护 | *Q* | 等级为“良”及以上 | GB/T 21383、GB/T 26377 |
| 余辉时间 | 本规程附录A |
| 修复养护 | *Q* | 达到新建长余辉发光路面设计要求 | GB/T 21383、GB/T 26377 |
| 余辉时间 | 本规程附录A |

**9.0.6**  排水式净水路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收应符合表9.0.6的规定。

**表9.0.6 排水式净水路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 路面类型 | 养护类型 | 评定指标 | 养护质量要求 | 检查频率 | 检查方法 |
| Ⅰ等养护 | Ⅱ等养护 | Ⅲ等养护 |
| 排水式净水路面 | 预防养护 | Δ*P* | 等级为“良”及以上 | 5个点/km | 4个点/km | 3个点/km | 本规程附录B |
| 修复养护 | 达到新建排水式净水路面设计要求 |
| 预防养护 | *PRP* | 等级为“良”及以上 | JTG/T 3350-03附录D |
| 修复养护 | 达到新建排水式净水路面设计要求 |

**9.0.7**  光催化尾气降解路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收应符合表9.0.7的规定。

**表9.0.7 光催化尾气降解路面养护工程的路面环境功能质量检查与验收标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 路面类型 | 养护类型 | 评定指标 | 养护质量要求 | 检查频率 | 检查方法 |
| Ⅰ等养护 | Ⅱ等养护 | Ⅲ等养护 |
| 光催化尾气降解路面 | 预防养护 | *D* | 等级为“良”及以上 | 5个点/km | 4个点/km | 3个点/km | 本规程附录C |
| 修复养护 | 达到新建光催化尾气降解路面设计要求 |

**9.0.7** 运营期低环境影响路面改扩建工程的检查与验收应根据新建工程的路面环境功能质量的检查与验收标准进行。

**9.0.8**  运营期低环境影响路面的养护质量检查与验收除应符合本规程规定外，还应符合现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142、《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01、《公路养护工程质量检验评定标准》JTG 522和《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

附录A 路面余辉性能测试方法

A.1 测试仪器与条件

**A.1.1** 照度通过标准光源箱提供，标准光源箱采用D65标准光源，照度为1000 lx ± 30 lx范围内。

**A.1.2** 余辉亮度测试装置应具备测试被测面积所发出的平均亮度的能力，测量范围为1.0×10-5 cd/m2~1.0×102 cd/m2。

**A.1.3** 测试条件应符合下列规定：

**1** 环境温度为23℃± 2℃，相对湿度为（50 ± 10）%。

**2** 测量过程中，除规定的激发时间内的激发光源照射外，不准许有可见光或紫外光等杂散光干扰。临时定位照明光源应使用暗室红灯。

A.2 测试方法与步骤

**A.2.1** 测试前，将待测长余辉发光路面试件置于全黑环境中，避光保存24h。

**A.2.2** 将避光后的路面试件放入标准光源箱中，光源激发照射15min。

**A.2.3** 关闭激发光源，分别于第10min、1h、2h、4h、6h、8h使用余辉亮度测试装置测量路面试件在全黑环境下的余辉亮度。

**A.2.4** 建立余辉亮度与测试时间之间的拟合公式，计算得出余辉亮度为0.32 mcd/m2对应的测试时刻即为余辉时间。

**条文说明**

路面余辉性能测试方法参照了现行国家标准《稀土长余辉荧光粉试验方法 第2部分：余辉亮度的测定》GB/T 24981.2和现行行业标准《公路蓄能型自发光交通标识》JT/T 967。

附录B 排水式净水路面净水能力测试方法

B.1 适用范围

**B.1.1** 本方法适用于排水式净水路面的净水能力测试。

**B.1.2** 本方法采用大型马歇尔试件进行路面净水能力测试。

B.2 测试仪具与材料

**B.2.1** 净水模拟装置，如图B.2.1所示。



**图B.2.1 净水模拟装置**

**B.2.2** 智能蠕动泵，抽水速率控制在0.1L/h~3L/h。

**B.2.3** 污水桶100L，底部端口开有出水口。

**B.2.4** 污水搅拌器，转速控制在100r/min。

**B.2.5** 水桶，用于接取净化后的污水样品。

**B.2.6** 蠕动泵配套水管若干。

**B.2.7** 试剂：沉积土、C6H12O6、NH4Cl、KH2PO4、Zn(NO3)2、Pb(NO2)3。

**B.2.8** 其他：防水封条、热熔胶、防水土工布、200ml聚乙烯瓶。

**B.2.9** 全玻璃微孔滤膜过滤器。

**B.2.10** 滤膜孔径0.45 um，直径60 mm。

**B.2.11** 吸滤瓶、真空泵。

**B.2.12** 烘箱。

**B.2.13** 原子吸收光谱仪。

B.3 测试方法与步骤

**B.3.1** 仅测试面层净水性能时，应按下列方法与步骤执行：

**1** 配制污水溶液，根据试验次数确定具体容量，计算方法为：污水样容量=试验次数×1L×1.2，由确定的污水样容量根据表B.3.1在污水桶中进行污水配制。

**表B.3.1 各污染指标的目标浓度及相应的化学试剂添加量**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | SS | COD | TN | TP | Zn | Pb |
| 目标浓度（mg/L） | 400 | 650 | 6 | 1.5 | 3 | 0.7 |
| 试剂 | 沉积土 | C₆H₁₂O₆ | NH₄Cl | KH₂PO₄ | Zn(NO₃)₂ | Pb(NO₃)₂ |
| 配制100L的剂量（g） | 308.256 | 69.798 | 1.656 | 3.621 | 8.624 | 0.67 |

**2** 将搅拌器安装至污水桶上方，并连通电源，以100r/min的转速将污水搅拌均匀。

**3**  取出制备好的大型马歇尔试件，将其四周用热熔胶或者防水封条等防水材料进行密封，以防止试验时污水从侧面渗出。

**4** 安装净水模拟装置，并将大型马歇尔试件置于测试装置中，然后利用防水土工布或热熔胶等防水材料将试件与装置间的连接口进行封闭，以防止试验时污水侧漏。

**5** 安装固定智能蠕动泵，调整好净水模拟装置，并将水管从污水桶接出，经由蠕动泵导向净水模拟装置。

**6**  将水桶放置在净水模拟装置出水口，打开蠕动泵，控制抽水速度在1L/min，试验时长为1h。

**7** 试验结束后，关闭蠕动泵，用200ml聚乙烯瓶盛取净化后的污水样并做相应标记，保存后用于下一步的污水水质检测，然后将大型马歇尔试件从装置上取出并去除防水材料，继续进行其他试件的试验应重复步骤3 ~ 7。

**8**  将取得的水样进行污水水质检测，主要测定指标为SS、COD、TN、TP、Zn、Pb，具体测试方法按照本规程第B.3.3条执行。

**B.3.2** 测试面层+基层结构组合净水性能时，应按下列方法与步骤执行：

**1** 前期准备工作按本规程第B.3.1条第1~2款执行。

**2** 取出制备好的基层试件与大型马歇尔试件，将其四周用热熔胶或者防水封条等防水材料进行密封（松散类基层如级配碎石基层应使用套筒限制位置），以防止试验时污水从侧面渗出。

**3** 安装净水模拟装置，并将基层试件与大型马歇尔试件置于测试装置中，用净水模拟装置的连接装置将面层与基层分隔开，然后利用防水土工布或热熔胶等防水材料将试件与装置间的连接口进行封闭，以防止试验时污水侧漏。

**4** 安装固定智能蠕动泵，调整好净水模拟装置，并将水管从污水桶接出，经由蠕动泵导向净水模拟装置。

**5** 将水桶放置在净水模拟装置出水口，打开蠕动泵，控制抽水速度在1L/min，试验时长为1h。

**6** 试验结束后，关闭蠕动泵，用200ml聚乙烯瓶盛取净化后的污水样并做相应标记，保存后用于下一步的污水水质检测，然后将基层试件与大型马歇尔试件从装置上取出并去除防水材料，继续进行其他试件的试验应重复步骤2 ~ 6。

**7** 将取得的水样进行污水水质检测，主要测定指标为SS、COD、TN、TP、Zn、Pb，具体测试方法按照本规程第B.3.3条执行。

**B.3.3** 各污染指标测试方法应按下列方法与步骤执行：

**1**  SS的测定方法与步骤应按照现行国家标准《水质悬浮物的测定重量法》GB 11901的有关规定执行。

**2** 重金属（Cu、Pb、Zn、Cr、Cd等）测定方法与步骤应按照现行国家标准《水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》GB 7475的有关规定执行。

**3** COD、TN、TP的测试方法与步骤应按照国家现行标准《水质化学需氧量的测定 快速消解分光光度法》HJ/T 399、《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》HJ 636和《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB 11893-89的有关规定执行。

B.4 计算与报告

**B.4.1** 按式B.4.1计算SS、COD、TN、TP、Zn、Pb五种代表性污染物指标的净化率*P*：

|  |  |
| --- | --- |
|   | （B.4.1） |

式中：*P*——测试试样中某项污染物的净化率 （%）；

*W*——净化后污水中目标污染物含量；

*W*0——污水配制时目标污染物含量。

**B.4.2** 计算完成后，应报告不同试件各指标的净化率。

附录C 车辆尾气有害污染物降解率测试方法

C.1 测试仪器与条件

**C.1.1**  尾气降解反应装置：主要由以下几部分组成（图C.1.1）：

**1** 直径和高度均为50cm的圆柱形密闭容器，材质为无色透明有机玻璃。

**2** 容器壁两侧分别设置进气阀门和排气阀门。进气管道上设置控制阀门，用于控制尾气通入反应容器时的浓度处于稳定状态。

**3** 容器盖上分别设置两个探头插孔，尾气分析仪探测头部通过探头插孔伸入到容器中，实时测量容器中的尾气浓度。

**4** 容器盖下方并排悬挂紫外线灯管，紫外线辐射强度为1 mW/m2，模拟自然条件下太阳光照射。

**5** 容器内部设置风扇，保证容器中尾气浓度均匀、不出现上下分层现象。



**图C.1.1 尾气降解反应装置示意图**

**C.1.2** 汽车排气分析仪：进行尾气浓度实时测定，其技术参数应符合现行国家标准《汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》GB 18285中双怠速法测量仪器的有关规定。

**C.1.3**  机动车尾气：由汽油发电机提供，尾气排放浓度应符合现行国家标准《汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》GB 18285的有关规定。

C.2 测试方法与步骤

**C.2.1** 尾气降解率测试前应进行以下准备：

**1** 调试汽车排气分析仪，用标准气体对汽车排气分析仪进行校准。

**2** 将尾气降解反应装置扣在光催化尾气降解路面的平整部位，将尾气降解反应装置底部与路面结合处通过胶泥进行密封。

**3**  将汽车排气分析仪、尾气降解反应装置、汽油发电机连接，关闭所有阀门，并检测装置气密性。

**C.2.2** 尾气降解率测试应按下列方法与步骤执行：

**1**  打开尾气降解反应容器的控制口阀门、排气口阀门，关闭进气口阀门。

**2** 启动机动车发动机或配置的机动车尾气气源，使尾气进气管道，通气5分钟后，同时关闭汽油发电机与进气口和排气口阀门。

**3**  通气完毕后，打开风扇，稳定2分钟后，记录汽车排气分析仪显示的容器中尾气初始浓度。

**4** 开启紫外线灯管，每隔10分钟测试一次尾气浓度数，持续测试两小时或直至各种气体浓度稳定，停止测试，关闭紫外线灯，打开排气口阀门，排除容器中的尾气。

**5** 重复上述操作3次，按式C.2.2-1计算检测仪的重复性，重复性误差≥10%需额外补充测试次数，直至重复性误差达到要求。

|  |  |
| --- | --- |
|   | （C.2.2-1） |

式中：Δ*c*——重复性误差（%）；

*Ap*——6次示值的平均值（ppm）；

*n*——测量次数（*n*=6）；

*Ai*——每次的示值（ppm）。

**6** 重复性误差合格后，按式C.2.2-2计算尾气中的CO、HC、NOx三种有害污染物的降解率*D*：

|  |  |
| --- | --- |
|   | （C.2.2-2） |

式中：*D——*某种尾气有害污染物的降解率（%）；

*C*1*——*容器中某种尾气有害污染物的初始浓度；

*C*2*——*气体稳定后某种尾气有害污染物的浓度。

**C.2.3** 尾气降解率不得低于现行国家标准《汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》GB 18285中排气污染物排放限值的25%。

本规程用词说明

**1** 为便于执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

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：

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：

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”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142

《城镇道路养护技术规范》CJJ 36

《公路技术状况评定标准》JTG 5210

《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421

《公路养护技术规范》JTG H10

《公路沥青路面预防养护技术规范》JTG/T 5142-01

《公路沥青路面预防养护技术规范》JTGT 5142-01

《车载式轮胎-路面噪声自动测试系统》GB/T 31884

《新划路面标线初始逆反射亮度系数及测试方法》GB/T 21383

《逆反射测量仪》GB/T 26377

《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03

《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

《公路工程集料试验规程》JTG 3432

《公路土工试验规程》JTG 3430

《橡胶 炭黑含量的测定 热解法》GB/T 3515

《塑料和硬橡胶　使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）》GB/T 2411

《塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件》GB/T 1040.2

《声学 阻抗管中吸声系数和声阻抗 第2部分：传递函数法》GB/T 18696.2

《公路沥青路面设计规范》JTG D50

《城镇道路路面设计规范》CJJ 169

《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190

《公路沥青路面再生技术规范》JTG/T 5521

《城镇道路沥青路面再生利用技术规程》CJJ/T 43

《清漆、清油及稀释剂颜色测定法》GB/T 1722

《色漆和清漆 密度的测定 比重瓶法》GB/T 6750

《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》GB/T 1725

《涂料粘度测定法》GB/T 1723

《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728

《色漆和清漆 遮盖力的测定 第一部分:适于白色和浅色漆的 Kubelka-Munk 法》GB/T 13452.3

《漆膜划圈试验》GB/T 1720

《漆膜、腻子膜柔韧性测定法》GB/T 1731

《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》GB/T 1768

《路面防滑涂料》JT/T 712

《聚合物乳液建筑防水涂料》JC/T 864

《荧光粉》GB/T 5838

《建筑防水涂料安全技术规范（征求意见稿）》20220872-Q-339

《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777

《塑料 吸水性的测定》GB/T 1034

《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》JTG/T 3364-02

《漆膜耐冲击测定法》GB/T 1732

《路面加热型密封胶》JT/T 740

《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1

《公路路基路面现场测试规程》JTG 3450

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《膨润土》GB/T 20973

《硅藻土》JC/T 414

《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221

《污泥陶粒》JC/T 2621

《环氧树脂地面涂层材料标准规范》JC/T 1015

《建筑涂料 涂层耐碱性的测定》GB/T 9265

《建筑外表面用自清洁涂料》GB/T 31815

《乳胶漆耐冻融性的测定》GB/T 9268

《透明度的测定 (透明度计法、圆盘法)》SL 87

《化学试剂 pH值测定通则》GB/T 9724

《建筑用墙面涂料中有害物质限量》GB 18582

《公路工程技术标准》JTG B01

《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG 5220

《稀土长余辉荧光粉试验方法 第2部分：余辉亮度的测定》GB/T 24981.2

《公路蓄能型自发光交通标识》JT/T 967

《水质悬浮物的测定重量法》GB 11901

《水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》GB 7475

《水质化学需氧量的测定 快速消解分光光度法》HJ/T 399

《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》HJ 636

《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB 11893

《汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》GB 18285