

ICS 93.080.30

P 66

备案号：*****-*****

DB32

湖 南 省 地 方 标 准

DB32/T *****—*****

公路路面预防养护技术规范 (征求意见稿)

Technical specifications for preventive maintenance of highway pavement

2021-**-** 发布

2021-**-** 实施

湖南省市场监督管理局 发布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 符 号.....	3
5 基本规定.....	3
5.1 一般要求.....	3
5.2 工作流程.....	4
6 预防养护决策.....	5
6.1 一般规定.....	5
6.2 预防养护时间.....	6
6.3 病害分析.....	6
6.4 对策选择.....	8
7 预防养护工程设计.....	9
7.1 一般规定.....	9
7.2 调查与检测评价.....	10
7.3 技术设计.....	11
7.4 材料组成设计.....	12
7.5 施工图设计文件编制.....	12
8 沥青路面预防养护施工.....	13
8.1 一般规定.....	13
8.2 裂缝修补.....	13
8.3 雾封层.....	15
8.4 碎石封层和纤维封层.....	16
8.5 微表处和稀浆封层.....	19
8.6 复合封层.....	26

8.7	薄层罩面和超薄罩面.....	27
8.8	就地热再生.....	32
9	水泥混凝土路面预防养护施工.....	32
9.1	一般规定.....	32
9.2	更换填缝料.....	32
9.3	裂缝修补.....	33
9.4	板底注浆.....	34
9.5	板块修补.....	36
9.6	错台处治.....	37
9.7	坑洞修补.....	38
10	预防养护后评估.....	38
附录 A	(规范性) 养护效益费用分析方法.....	41
A.1	计算当量平均年度费用 (EUAC)	41
A.2	计算养护效益.....	42
A.3	计算效益费用比.....	42
附录 B	(规范性) 微表处混合料养生初期磨耗损失试验.....	43
B.1	目的与适用范围.....	43
B.2	仪器及材料.....	43
B.3	方法与步骤.....	43
B.4	计算.....	44
B.5	报告.....	44

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》的规定起草。

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。

本文件由湖南省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：湖南省公路学会、交通运输部公路科学研究院、湖南省公路事务管理中心、湖南省高速公路集团有限公司、湖南高速养护工程有限公司、湖南省交通科学研究院有限公司、湖南交通国际经济工程合作有限公司、湖南省通和工程有限公司、上海尔润实业有限公司、上海弘尔润世公路科技发展有限公司、湖南华鑫美好公路环境建设有限公司。

本文件主要起草人：詹新华、欧阳晓英、万正安、秦永春、刘义高、龚啸、胡跃华、黄开宇、吴初平、丁俊剑、唐小群、席红专、陈丽、谭金祥、王杰、王婷宇、陈博、吴恙、谢祥根、熊茂林、王伟光、李本亮、席潇夫、倪威，林建、陈鹏、谭利。

1 范围

本文件规定了公路路面预防养护技术的术语和符号、基本规定、预防养护决策、预防养护工程设计、沥青路面预防养护施工、水泥混凝土路面预防养护施工及预防养护后评估等内容。

本文件适用于各等级公路路面预防养护工程。

2 规范性引用文件

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

GB 175 通用硅酸盐水泥

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG H30 公路养护安全作业规程

JTG 5142 公路沥青路面养护技术规范

JTG 5210 公路技术状况评定标准

JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG 5421 公路沥青路面养护设计规范

JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

JTJ 073.1 公路水泥混凝土路面养护技术规范

JT/T 1264 沥青路面雾封层材料 还原剂类雾封层材料

JT/T 1330 沥青路面雾封层材料 乳化沥青类薄浆封层

JT/T 203 公路水泥混凝土路面接缝材料

JT/T 533 沥青路面用纤维

JT/T 740 路面加热型密封胶

JT/T 969 路面裂缝贴缝胶

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路面预防养护 pavement preventive maintenance

为防止病害发生或轻微病害扩展、减缓路面使用性能衰减、提升服务功能而预先主动采取的路面养护措施。

3.2

灌缝 crack filling or crack sealing

采用专用的密封胶填充或密封路面裂缝的作业。

3.3

贴缝 crack banding

采用专用的贴缝带对沥青路面裂缝进行黏贴密封的作业，包括自黏式和热黏式两种工艺。

3.4

雾封层 fog sealing

采用专用高压喷洒设备将养护材料以雾状形式喷洒在沥青路面上形成的封层。

3.5

纤维封层 fiber stone seal

采用专用设备在沥青路面上同步洒（撒）布第一层改性乳化沥青、纤维和第二层改性乳化沥青，之后撒布碎石形成的封层。

3.6

复合封层 composite seal

由碎石封层或纤维封层+微表处，或由碎石封层+稀浆封层组合而成的封层。

3.7

薄层罩面 thin overlays

在原沥青路面上所加铺的厚度为 25mm~40mm 的沥青混凝土面层。

3.8

超薄罩面 ultra-thin overlays

在原沥青路面上所加铺的厚度小于 25mm 的沥青混凝土面层。

3.9

封层罩面 **seal and overlay**

在碎石封层上铺设薄层罩面或超薄罩面组合形成的罩面。

3.10

就地热再生 **hot in-place recycling**

采用专用设备对沥青路面就地加热、翻松，掺入一定数量的新沥青、新沥青混合料、沥青再生剂等，经热态拌和、摊铺、碾压等工序，实现旧沥青路面面层再生的技术。

3.11

板底注浆 **slab void filling**

对水泥混凝土路面板底脱空区域进行注浆填充的作业。

4 符 号

下列符号适用于本文件。

EUAC：当量平均年度费用

MBCR：养护效益费用比

MBI：养护效益指数

PCI：路面损坏状况指数

RDI：路面车辙深度指数

RQI：路面行驶质量指数

SRI：路面抗滑性能指数

5 基本规定

5.1 一般要求

5.1.1 应按预防养护科学决策要求，根据养护规划及路面技术状况，做好路面预防养护规划，对满足预防养护实施条件的路段积极实施预防养护。

5.1.2 预防养护宜采取全寿命周期养护成本理念，在满足路面使用性能的前提

下，应选取安全可靠、技术先进、经济合理、施工便捷、绿色环保的技术措施。

5.1.3 路面预防养护工作内容包括：公路基本信息及路况检测调查与评价、决策、设计、施工和后评估等工作内容。

5.1.4 路面预防养护的目标：

- a) 应维持或提高路面使用性能，防止路面病害出现或轻微病害的进一步扩展。
- b) 延长路面使用寿命，减少或推迟路面大中修。
- c) 使路面全寿命周期内养护费用最低。

5.1.5 路面预防养护工程应根据设计对原路面局部病害进行处理。局部病害处理应作为预防养护工程的组成部分。

5.1.6 路面预防养护应积极稳妥地采用新技术、新材料、新设备和新工艺，尚无相关标准参照的，应经过充分论证后方可规模化使用。

5.1.7 路面预防养护除应符合本文件的规定外，尚应符合国家和行业有关标准的规定。

5.2 工作流程

5.2.1 应按 JTG 5210 的规定，定期进行路面技术状况检测与评价，开展路面病害成因分析，及时更新路面技术状况数据信息。

5.2.2 路面技术状况检测应选择有相应资质的检测及评定咨询单位，宜保持检测工作的一致性和连续性。

5.2.3 应按公路养护管理要求进行路面预防养护科学决策。采取的预防养护技术，应能满足公路等级、路面技术状况、交通量及组成、气候条件等要求，且应能实现养护目标。

5.2.4 预防养护工程设计阶段，应根据设计需要，在定期路况检测基础上补充开展有针对性的路况检测、病害探查、材料检测与病害成因分析等。

5.2.5 路面预防养护工程应加强质量管理和施工过程质量控制。

5.2.6 应按 JTG 5220 的规定进行路面预防养护工程质量的检验评定。

5.2.7 路面预防养护宜进行跟踪观测和后评估，综合评价实施效果，做好技术总结。

5.2.8 路面预防养护应按图 1 的工作流程进行。

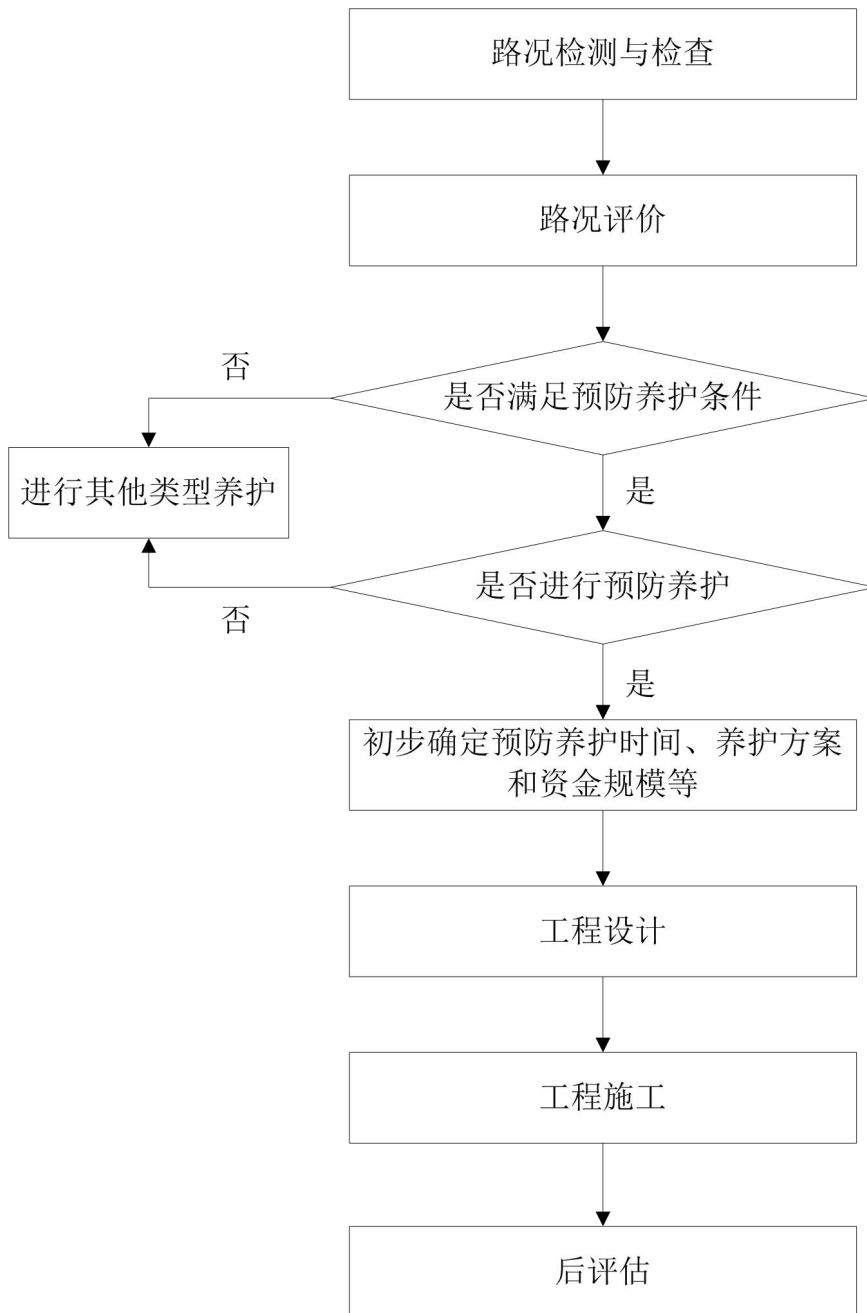


图 1 路面预防养护工作流程图

6 预防养护决策

6.1 一般规定

6.1.1 应根据路况检测数据与检查情况、养护资金、养护目标等，进行科学的预防养护决策。

6.1.2 路面预防养护时间宜采用路况触发法确定，并综合考虑养护资金规模等现实情况，同时还应考虑公路等级、使用年限、交通量大小及组成、气候条件等因

素。

6.1.3 预防养护技术选择应遵循下列原则：

- a) 根据养护目的和病害特征等，选择有针对性的技术。
- b) 优先选用经过本地工程实践验证、应用经验丰富且实施效果好的技术。
- c) 用于城镇过境段、净高受限路段、桥梁隧道等特殊路段时，应确认技术适用性。
- d) 有多种预防养护技术同时适用时，应进行技术经济性比选。

6.1.4 预防养护应避免多雨、低温等季节施工。

6.2 预防养护时间

采用路况触发法确定预防养护时机时，宜以 1000m 为评价单元对路面技术状况进行评价，当评价单元的路面技术状况符合表 1 或表 2 的规定时，宜实施预防养护。

表 1 适宜进行预防养护的沥青路面技术状况

公路等级	路况指数			
	PCI	RQI	RDI	SRI
高速公路、一级公路	≥90	≥90	≥80	<75
		85~90	-	-
	85~90	≥85	-	-
二级及二级以下公路	≥85	≥85	≥80	<75
		80~85	-	-
	80~85	≥80	-	-

表 2 适宜进行预防养护的水泥混凝土路面技术状况

路况指标	公路等级	
	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路
PCI	≥80	≥75
RQI	≥80	≥75
SRI	≥80	-

6.3 病害分析

6.3.1 应通过病害分析，确定病害类型、病害发展层位及其产生原因，以及路面是否适合进行预防养护。

6.3.2 沥青路面适合预防养护的路面病害类型宜符合表3的规定；水泥混凝土路面适合预防养护的路面病害类型宜符合表4的规定。

表3 沥青路面适合预防养护的路面病害类型和严重程度

病害类型	严重程度	分级标准	计量方法
裂缝类	龟裂	轻 主要裂缝块度 0.2m~0.5m 平均缝宽≤2mm	按面积计量, 相邻龟裂的间距小于龟裂损坏区域的同向尺寸时应按连续面积计量
	块状裂缝	轻 主要裂缝块度>1m 平均缝宽 1mm~2mm	按面积计量; 相邻块裂的间距小于块裂损坏区域的同向尺寸时应按连续面积计量
	纵向裂缝	轻 主要裂缝宽度≤3mm	按长度计量
	横向裂缝	轻 主要裂缝宽度≤3mm	按长度计量
松散类	松散	轻 表面细集料散失、脱皮、麻面等	按面积计量; 相邻松散的间距小于松散损坏区域的同向尺寸时应按连续面积计量
变形类	车辙	轻 车辙深度 10mm~15mm	按深度计量
其他类	泛油	轻 路面沥青被挤出或表面被沥青膜覆盖形成发亮的薄油层	按面积计量; 相邻泛油的间距小于泛油损坏区域的同向尺寸时应按连续面积计量
	磨光	轻 横向力系数 SFC ₆₀ >40, 或构造深度 TD>0.40mm	采用横向力系数车或铺砂法

表4 水泥混凝土路面适合预防养护的路面病害类型和严重程度

病害类型	严重程度	分级标准	计量方法
填缝料损坏	轻	填料老化、不密水, 尚未剥落脱空, 未被砂、石、土等填塞	按长度计量
裂缝	轻	主要裂缝宽度小于 3mm	按长度计量
错台	轻	接缝两侧高差为 5mm~10mm	按高度计量
脱空	-	板块接缝处有基层泥浆涌出	唧泥可采用目测方法检查; 脱空可采用敲击方式、拖铁链或车辆通过时的颤动程度判断
板角断裂	-	裂缝与纵横接缝相交, 且交点距板角小于等于板边长度一半的损坏	按面积计量
边角剥落	-	沿接缝方向版边上出现的碎裂和脱落, 裂缝面与板角成一定角度	按长度计量
坑洞	-	板面出现直径大于 30mm、深度大于 10mm 的坑槽	按面积计量

6.4 对策选择

6.4.1 沥青路面预防养护对策宜根据表 5、表 6 和表 7 进行选取。

表 5 预防养护技术适用的公路等级和交通量

场合		预防养护技术									
		灌缝、贴缝	雾封层	碎石封层、纤维封层	稀浆封层	微表处	复合封层	超薄罩面	薄层罩面	封层罩面	就地热再生
公路等级	高速公路	√	√	×	×	√	√	√	√	√	√
	一级公路	√	√	×	×	√	√	√	√	√	√
	二级公路	√	√	√	√	√	√	△	√	√	√
	三级公路	√	√	√	√	△	√	△	√	√	△
	四级公路	√	√	√	√	△	√	△	√	√	△
交通量	极重	√	△	△	×	√	√	√	√	√	√
	特重	√	△	△	×	√	√	√	√	√	√
	重	√	△	△	△	√	√	√	√	√	√
	中	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	轻	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

注：1、√—适用，△—可用，×—不适用。

2、碎石封层加铺稀浆封层适用于二级及二级以下公路，适用于重及以下交通量情况。

表 6 预防养护技术适用改善的路面功能

路面功能现状	预防养护技术									
	雾封层	碎石封层、纤维封层	稀浆封层	微表处	复合封层	超薄罩面	薄层罩面	封层罩面	就地热再生	
抗滑损失	×	√	√	√	√	√	√	√	√	
路面渗水	√	√	√	√	√	√	√	√	△	
路面磨耗	×	√	√	√	√	√	√	√	√	
沥青老化	√	√	√	√	√	√	△	△	√	

路面不平 整	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△
-----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

注：√—适用，△—可用，×—不适用。

表 7 预防养护技术适用的路面病害类型

病害类型	病害程度	雾封层	碎石封层、纤维封层	稀浆封层	微表处	复合封层	超薄罩面	薄层罩面	封层罩面	就地热再生	
裂缝类	龟裂	轻	×	√	△	△	△	√	√	√	√
	块状裂缝	轻	×	√	△	△	△	√	√	√	√
	纵向裂缝	轻	×	√	√	√	√	√	√	√	√
	横向裂缝	轻	×	√	√	√	√	√	√	√	√
松散类	松散	轻	√	√	√	√	√	√	√	√	
变形类	车辙	轻	×	√	√	√	√	√	√	√	
其他类	泛油	轻	×	√	√	√	√	√	√	√	

注：√—适用，△—可用，×—不适用。

6.4.2 水泥混凝土路面预防养护措施包括：更换填缝料、裂缝修补、板底注浆、板块修补、错台处治和坑洞修复等，预防养护对策的选取可直接根据路面病害选取相应措施进行处治。

6.4.3 当有多个预防养护技术可供选择时，可按本文件附录 A 的方法进行费用效益比较，从中选择出费用效益最佳的预防养护对策。

7 预防养护工程设计

7.1 一般规定

7.1.1 路面预防养护工程设计应包括调查与检测评价、技术设计、材料组成设计、交通组织设计、施工图设计文件编制等内容。

7.1.2 预防养护工程设计应遵循分段设计、分类处理的基本原则，以设计单元为单位进行设计，设计单元长度应满足养护施工最小长度的要求。

7.1.3 应根据需要对路面技术状况进行详细的调查和检测，对路面病害成因进行准确分析和判断。

7.1.4 预防养护工程宜采用一阶段施工图设计，应实行动态设计，当路面技术状况、材料情况等与设计阶段相比发生重大变化时，应及时变更设计。

7.1.5 预防养护涉及的交通组织设计，应符合 JTG 5421、JTG H30 的有关规定。

7.2 调查与检测评价

7.2.1 路面调查应包括基础资料调查、养护历史调查及原施工图设计相关资料调查；路面检测包括路面技术状况检测、专项数据检测。

7.2.2 预防养护工程设计时应采用检测时间不超过 6 个月的路面技术状况检测数据，超出的应按 JTG 5210 的相关规定重新检测。

7.2.3 宜以 1000m 为评价单元，对路面技术状况进行评价。高速公路可分车道进行调查和评价。

7.2.4 沥青路面专项数据检测与分析应满足下列要求：

a) 对于主要病害为裂缝的路段，应对其裂缝发展层位、发展形态、影响面积等进行专项调查，分析裂缝产生原因，确定出现的裂缝病害是否适用灌缝、贴缝等技术。

b) 对于主要病害为车辙的路段，应进行调查，分析车辙产生的原因，确定出现的车辙病害是否适用预防养护技术。

c) 对于主要病害为唧浆、坑槽等水损坏的路段，应对面层材料品质和空隙率、基层开裂情况、路基路面排水系统等进行专项调查，判断路面渗水情况及排水系统的排水效果。

d) 对于磨光、泛油等抗滑性能不良的路段，应对其油石比、路表面纹理特征及表面层集料性能进行专项调查，判断引起路面抗滑性能不良的原因。

7.2.5 水泥混凝土路面专项数据检测与分析应满足下列要求：

a) 对于主要病害为填缝料损坏、裂缝的路段，应分析填缝料损坏、裂缝产生原因，确定能否直接更换填缝料或灌缝。

b) 对于主要病害为板角断裂、边角剥落、坑洞等表面破损的路段，应进行调查，分析表面破损产生原因，确定出现的板角断裂、边角剥落、坑洞等病害是否

适用预防养护技术。

c) 对于主要病害为错台、板底脱空或唧泥的路段，应判断错台、板底脱空或唧泥病害是否由于板底脱空造成的。

7.2.6 应根据调查评价情况划分路面预防养护设计单元。设计单元应由性质相似的评价单元合并而成，并应考虑养护施工最小长度、交通组织等要求。

7.3 技术设计

7.3.1 技术设计应以设计单元为单位，可按图 2 所示的流程进行。

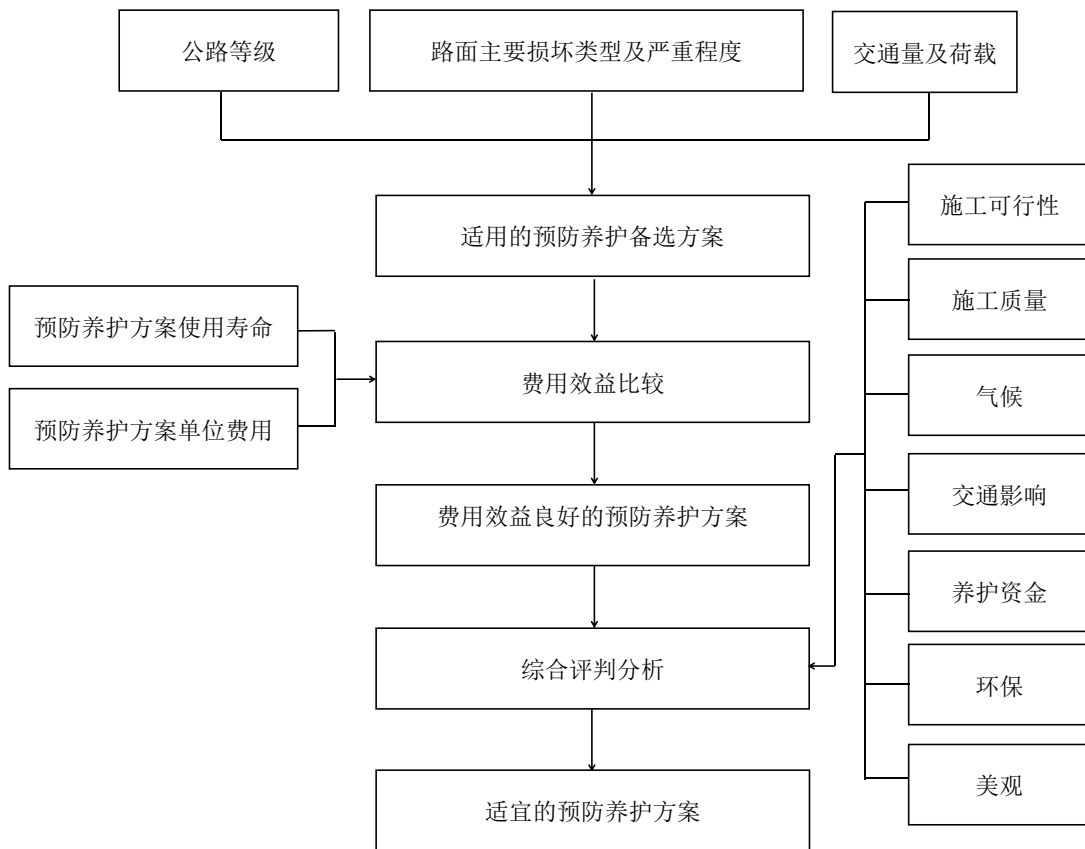


图 2 预防养护技术设计流程

7.3.2 技术设计应考虑下列主要因素：

- a) 路面技术状况；
- b) 路面病害类型、严重程度及成因；
- c) 公路等级、交通量及荷载等级；
- d) 养护标准和养护目标；
- e) 各种预防养护技术的特点；
- f) 当地工程经验、符合规范要求的原材料及技术的可行性；
- g) 养护资金情况；

h) 其他因素。

7.3.3 应统筹考虑技术因素、环境因素、经济因素、交通因素等，进行方案综合比选，并符合下列规定：

a) 技术因素应主要考虑技术有效性、技术成熟度、施工难易度、施工资源可获得性等。

b) 环境因素比选应主要考虑资源节约、能源节约、噪音、空气污染、水污染等。

c) 经济因素比选应主要考虑工程造价、使用寿命等。

d) 交通因素比选应主要考虑施工效率与工期、封闭交通时间、交通组织方式等。

7.3.4 可按本文件附录 A 进行不同预防养护方案的费用效益分析。

7.4 材料组成设计

7.4.1 应根据工程特点、材料供应情况、养护方案等，在相关规范基础上提出养护工程的材料质量要求。

7.4.2 应根据当地料场分布和材料性能检测结果，结合当地工程应用经验，合理选择材料。

7.4.3 应采用工程实际选用的材料，按 JTG 5142、JTJ 073.1 等相关规范的要求进行材料配比和混合料设计。

7.5 施工图设计文件编制

7.5.1 应根据施工图设计成果，编制预防养护工程施工图设计文件。

7.5.2 根据工程情况和具体措施，预防养护施工图设计文件应包括下列内容：

- a) 总体设计；
- b) 路面设计；
- c) 交通工程及沿线设施设计；
- d) 筑路材料说明；
- e) 施工组织计划及交通组织设计；
- f) 施工图预算。

8 沥青路面预防养护施工

8.1 一般规定

8.1.1 预防养护技术应根据公路等级、交通量大小及组成，参照地区成熟经验选用适宜的施工工艺。

8.1.2 预防养护技术拟采用的原材料、混合料等应进行相应的室内试验，技术指标检测合格后再用于施工。

8.1.3 预防养护技术施工应符合 JTG H30 的有关规定。

8.1.4 预防养护路段应制定科学合理的交通组织方案，降低对通行车辆的影响。

8.2 裂缝修补

8.2.1 裂缝修补可采用灌缝、贴缝，或组合使用。开槽灌缝应采用加热型密封胶，不开槽灌缝可使用加热型密封胶或常温型密封胶；贴缝材料宜采用热黏式贴缝胶，也可采用自黏式贴缝胶，其工艺可分为直接贴缝和灌缝后贴缝。

8.2.2 裂缝修补材料应符合下列规定：

a) 密封胶可分为高温型、普通型、低温型 3 类，分别适用于最低气温不低于 0℃、-10℃、-20℃ 的地区，其技术要求应符合 JT/T 740 的有关规定。

b) 贴缝胶可分为普通型、低温型两类，分别适用于最低气温不低于 -10℃、-20℃ 的地区，其技术要求应符合 JT/T 969 的有关规定。

8.2.3 灌缝施工工艺应符合下列规定：

a) 应根据路面裂缝的具体情况确定开槽灌缝的尺寸，宽度×深度宜为 12mm×12mm、12mm×18mm、15mm×15mm 或 15mm×20mm。

b) 采用开槽机、灌缝机、清干机等专用灌缝设备，应按开槽、清洁、干燥、灌缝与养生等流程作业。

c) 灌缝材料应填充饱满，灌缝材料性能稳定后才可开放交通。

d) 施工环境温度应高于 5℃，在路面表面干燥状态下施工，避免在潮湿、霜冷等气候条件下施工。

8.2.4 贴缝施工工艺应符合下列规定：

a) 贴缝前应将裂缝及其两侧范围内的泥土杂物、污染物、散落物等清理干净，清理范围相比贴缝带宽度两侧宜各多出 80mm，无凸起、凹陷、松散，保证裂缝作业面平整。

b) 贴缝胶应从裂缝一端粘贴，其长度不小于整条裂缝长度，贴缝胶应处于裂缝中间部位；遇不规则裂缝，可将贴缝胶断开，按裂缝走向粘贴；贴缝胶结合处应形成 80mm~100mm 的重叠。

c) 贴缝完成后宜采用贴缝机、铁滚等进行碾压，达到贴缝无气泡、皱褶，保证贴缝胶与路面充分结合、黏结紧密，检查确认后开放交通。

d) 施工环境温度应高于 5℃，在路面表面干燥状态下施工，避免在潮湿、霜冷等气候条件下施工。

8.2.5 灌缝和贴缝施工过程材料的质量控制要求应符合表 8 的规定。

表 8 灌缝和贴缝施工过程材料质量检查与要求

材料	检查项目	检验频率	质量要求
加热型密封胶	8.2.2 条要求的检测项目	每批来料 1 次	符合设计要求， 或符合本文件要求
贴缝胶	8.2.2 条要求的检测项目		

8.2.6 灌缝施工工程质量控制要求应符合表 9 的规定。

表 9 灌缝施工质量过程质量控制要求

检查项目		检验频率	质量要求或允许偏差	检验方法
外观		随时	缝槽灌缝充分饱满、黏结紧密，密封胶边缘齐顺、表面平整，无颗粒状胶粒；贴缝胶边缘整齐、表面平整	目测
开槽尺寸	深度 (mm)	每 5 条缝抽量 1 处（施工时检测），每处裂缝测 3 点取平均值	±1 或符合设计要求	游标卡尺或钢尺量
	宽度 (mm)		±1 或符合设计要求	
灌缝材料与路面高差 (mm)		每 5 条缝抽量 1 处，每处裂缝测 3 点取平均值	±1 或符合设计要求	游标卡尺或钢尺量

注：不开槽灌缝时，开槽尺寸指标不适用。

8.2.7 贴缝施工过程质量控制要求应符合表 10 的规定。

表 10 贴缝施工过程质量控制要求

检查项目	检验频率	质量要求或允许偏差	检验方法
外观	随时	贴缝胶边缘整齐、表面平整；与裂缝吻合，无明显偏离；贴缝胶与路面粘结牢固，无脱开现象。	目测
与路面高差 (mm)	每5条裂缝抽查1处， 每处裂缝测3点取平均值	3	游标卡尺或钢尺量

8.3 雾封层

8.3.1 雾封层适用于表面有松散麻面、渗水、沥青老化且抗滑性能较好的路面，其适用的各等级公路路况水平应符合表 11 的规定。

表 11 雾封层适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI、RDI	≥93	≥90	≥85
SRI	≥80	≥80	-

8.3.2 雾封层可采用还原剂类或乳化沥青类两类材料，应符合下列规定：

- a) 还原剂类雾封层材料主要由饱和芳香烃类物质组成，能改善老化沥青性能。还原剂类雾封层材料的技术性能应满足 JT/T 1264 的要求。
- b) 不含砂雾封层用乳化沥青的技术性能应满足 JTG F40 中喷洒性乳化沥青的要求，喷洒前需稀释的，材料在喷洒过程应能保持性能稳定。
- c) 含砂雾封层用乳化沥青类材料的技术性能应满足 JT/T 1330 的要求。

8.3.3 雾封层施工工艺应符合下列规定：

- a) 施工前应将原路面（如龟裂、车辙、坑槽等）病害进行处治后，再进行雾封层施工。
- b) 采用沥青洒布车或专用喷涂工具按要求的洒布量喷洒或喷涂专用雾封层材料。
- c) 雾封层材料的洒布量应根据原路面技术状况、表面致密程度、粗糙度、路面渗水、松散麻面情况合理确定。
- d) 喷洒的起点和终点位置宜预铺油毛毡，保证起点、终点断面整齐。为避免污染标线与沿线构造物，应在施工前对道路人工构造物、路缘石、标线等外露部

分作防污染遮盖。

e) 雾封层应在气温高于 10℃ 以上时施工，雨天、路面潮湿情况下不应施工。

f) 雾封层的养生时间应根据材料的品种和气候条件确定。雾封层干燥成型前车辆和行人不应通行。

8.3.4 雾封层施工中应对其材料和现场质量进行抽样检测，质量控制要求应符合表 12 的规定。

表 12 雾封层施工过程材料质量检查与要求

检查项目	检验频率	质量要求或允许偏差	检验方法
雾封层材料	每批来料 1 次	符合 8.3.2 条的要求	JTG F40、JT/T 1330、JT/T 1264 的规定方法

8.3.5 雾封层施工过程的质量控制要求应符合表 13 的规定。

表 13 雾封层施工过程质量控制要求

项目		质量要求或允许偏差	检验频率	检验方法
渗水系数 (mL/min)		≤10	5 个点/km	T0971
抗滑性能	摆值	符合设计要求	5 个点/km	T0964
	构造深度		5 个点/km	T0961
宽度 (mm)		±30	5 个点/km	钢卷尺法

8.3.6 雾封层外观质量应符合下列规定：

a) 表面应均匀一致，流淌、露白、条痕、泛油、油斑等累计面积不得超过受检面积的 0.6%。

b) 纵、横接缝处应顺直、美观，无多洒、漏洒。

c) 雾封层材料不得污染道路人工构造物、路缘石、标线等设施 and 构造物。

8.4 碎石封层和纤维封层

8.4.1 碎石封层和纤维封层适用于二级及二级以下公路，需要改善抗滑等使用性能的沥青路面，其适用的各等级公路路况水平应符合表 14 的规定。

表 14 碎石封层和纤维封层适用的各等级公路路况水平

路况指数	二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI	≥82	≥80

8.4.2 碎石封层和纤维封层材料应符合下列规定：

a) 碎石封层可采用（改性）乳化沥青、热沥青等。乳化沥青蒸发残留物含量应不小于 60%，宜不小于 62%；改性乳化沥青蒸发残留物含量应不小于 62%，宜

不小于 65%。其他的技术要求应符合 JTG F40 的有关规定。

b) 纤维封层用改性乳化沥青技术要求应符合 JTG 5142 中 BCR 型的有关规定。

c) 碎石封层和纤维封层应选择坚硬耐磨的玄武岩、辉绿岩、石灰岩等岩石破碎而成的单一粒径碎石，其技术要求应满足表 15 的有关规定。

表 15 碎石封层用集料技术要求

项目	技术要求		试验方法
	二级及以上公路	三级和四级公路	
石料压碎值 (%)	≤20	≤20	T 0316
洛杉矶磨耗损失 (%)	≤25	≤30	T 0317
磨光值 ^a	≥42	≥38	T 0321
表观相对密度	≥2.6	≥2.5	T 0304
吸水率 (%)	≤2.0	≤3.0	T 0304
坚固性 (%)	≤12	≤12	T 0314
针片状含量 (%)	≤10	≤10	T 0312
水洗法<0.075mm 颗粒含量 (%)	≤1	≤1	T 0310
软石含量 (%)	≤1	≤1	T 0320

注：^a当碎石封层和纤维封层用作表面层时，需满足磨光值要求。

8.4.3 按碎石粒径的不同，碎石封层和纤维封层可分为砂粒式、细粒式和中粒式三类，其对应的碎石规格不宜大于 4.75mm、9.5mm 和 16mm；按施工层数的不同，碎石封层和纤维封层可分为单层式和双层式两种。对性能有较高要求的路段，可采用纤维封层或双层式封层。

8.4.4 碎石封层和纤维封层的碎石用量和结合料用量应根据原路面的表面状况、交通量、施工经验、施工季节等，考虑碎石粒径和施工层数确定。单层式碎石封层和纤维封层材料规格和用量应符合表 16 的规定，双层式碎石封层和纤维封层材料规格和用量应符合表 17 的规定。

表 16 单层式碎石封层材料规格和用量

碎石规格 (mm)		碎石用量 (m ³ /1000m ²)	乳化沥青用量 (kg/m ²)
砂粒式	3~5	4~7	1.2~1.5
细粒式	5~8	6~9	1.5~1.8

	7~10	8~11	1.8~2.1
中粒式	9~12	10~13	2.1~2.4
	12~15	13~16	2.4~2.7

注：具体用量应经现场试铺确定。

表 17 双层式碎石封层材料规格和用量

碎石规格 (mm)		碎石用量 (m ³ /1000m ²)		乳化沥青用量 (kg/m ²)	
第一层	第二层	第一层	第二层	第一层	第二层
7~10	3~5	6~9	2~5	1.2~1.5	0.7~1.0
9~12	5~8	9~12	4~7	1.5~1.8	1.0~1.3
12~15	7~10	12~15	6~9	1.8~2.1	1.3~1.6

8.4.5 必要时可采用沥青拌和站对碎石封层和纤维封层所用碎石进行沥青预裹覆或烘干除尘处理。

8.4.6 碎石封层可采用同步碎石封层车施工，同步完成结合料和碎石洒（撒）布；也可采用沥青洒布车和碎石撒布车的异步施工方法，异步施工应确保工序紧密衔接。对于热沥青等胶结料，应采用同步碎石封层车施工。

8.4.7 纤维封层应采用专用设备施工，专用设备应具备改性乳化沥青喷洒、纤维撒布、石料撒布及精确计量功能。

8.4.8 碎石封层施工工艺应符合下列规定：

a) 碎石封层和纤维封层施工前，应彻底清除原路面上的泥土、杂物并保持干燥，裂缝、坑槽等病害应预先进行处治。

b) 胶结料、碎石的洒（撒）布应均匀，厚度一致；局部缺料或料过多处，应人工适当找补或清除。

c) 异步碎石封层施工时，首先应按设定的洒布率喷洒胶结料，然后立即撒布碎石。使用乳化沥青时，碎石撒布应在乳化沥青破乳之前完成。

d) 材料洒（撒）布完成后，应及时用轮胎压路机碾压 3~4 遍。碾压速度不宜超过 3km/h，每次碾压轮迹重叠约 300mm。

e) 碾压完成后允许中型以下车辆通行，车速应不超过 20km/h。

f) 每天施工结束前，应采用适宜机具扫除路面上多余的集料。

g) 胶结料喷洒的起点和终点位置宜预铺油毛毡，保证横断面整齐。

h) 双层或多层碎石封层时，每层均应按上述要求施工。使用乳化沥青时，两层施工间隔宜不少于 24h。

i) 在开放交通初期的 12h 内，宜设专人指挥交通或设置障碍物控制行车速度，

车速宜不超过 40km/h。

8.4.9 碎石封层和纤维封层施工中应对现场材料质量进行抽样检测，质量控制要求应符合表 18 的规定。

表 18 碎石封层和纤维封层施工过程材料质量检查与要求

检查项目	检验频率	质量要求或允许偏差	检验方法
胶结料要求：8.4.2 条要求的检测项目	每批来料 1 次	符合设计要求	规范规定的方法
集料：8.4.2 条要求的检测项目			
纤维：JT/T 533 的检测项目			

8.4.10 碎石封层和纤维封层施工过程质量控制要求应符合表 19 的规定。

表 19 碎石封层和纤维封层施工过程质量控制要求

项目	质量要求或允许偏差	检验频率	检验方法
结合料洒布量 (kg/m ²)	设计值±0.2	1 次/工作日	T0982、总量检验法
结合料洒布温度	符合设计要求	1 次/工作日	温度计量测法
碎石撒布量 (kg/m ²)	设计值±0.5	1 次/工作日	T 0982、总量检验法
构造深度 (mm)	≥0.80	5 个点/km	T0961
宽度 (mm)	不小于设计值	5 个点/km	钢卷尺法

8.4.11 纤维封层施工过程质量控制要求，除应符合表 19 的规定外，还应符合 JTG 5142 的有关规定。

8.4.12 碎石封层和纤维封层外观质量应符合下列规定：

- a) 表面应平整密实，无松散、油包、油丁、泛油、封面料明显散失等缺陷。
- b) 纵横接缝应紧密、平顺，无明显接缝痕迹。
- c) 表面应无明显碾压轮迹。
- d) 碎石封层与路缘石连接应平顺，不得污染路缘石。

8.5 微表处和稀浆封层

8.5.1 微表处和稀浆封层可用于需要改善抗滑等使用性能的沥青路面。微表处适用于二级及二级以上公路，可用于三级及四级公路，适用于各交通量等级公路，其适用的各等级公路路况水平应符合表 20 的规定。稀浆封层适用于二级及二级以下公路，宜用于中、轻交通量等级公路，其适用的公路路况水平应符合表 21 的规

定。

表 20 微表处适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI	≥90	≥85	≥80
RDI ^a	≥90	-	-

注：^a当 $60 \leq RDI < 90$ 时，应采用微表处车辙填充后再进行微表处封层。

表 21 稀浆封层适用的各等级公路路况水平

路况指数	二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI、RDI	≥85	≥80

8.5.2 微表处和稀浆封层材料应符合下列规定：

a) 微表处按矿料级配可分为 MS-2、MS-3 和 MS-4 三种类型，按性能可分为 A、B 两个等级。隧道路面、夜间施工及对性能有较高要求的路段宜采用 A 级微表处；稀浆封层按矿料级配可分为 ES-1、ES-2 和 ES-3 三种类型，按开放交通快慢可分为快开放交通型、慢开放交通型两个等级。

b) 微表处用改性乳化沥青的技术要求应符合表 22 的规定。

表 22 微表处用改性乳化沥青技术要求

试验项目		技术要求		试验方法
		A 级	B 级	
粒子电荷		阳离子正电 (+)	阳离子正电 (+)	T0653
0.6mm 筛上剩余量 (%)		≤0.1	≤0.1	T0652
黏度	恩格拉黏度 E ₂₅	3~30	3~30	T0622
	25℃赛波特黏度 (s)	20~100	20~100	T0623
贮存稳定性 ^a (%)	1d	≤1	≤1	T0655
	5d	≤5	≤5	
蒸发残留物含量 (%)		≥60	≥60	T0651
蒸发残留物性质	25℃针入度 (0.1mm)	40~100	40~100	T0604
	软化点 (℃)	≥57 ^b	≥57 ^b	T0606
	5℃延度 (cm)	≥60	≥20	T0605
	溶解度 (%)	≥97.5	≥97.5	T0607
	黏韧性 (N·m)	≥7	-	T0624

注：^a贮存稳定性根据施工实际情况选择试验天数，通常采用 5d，乳化沥青生产后能在第二天使用完时也可选

用 1d。个别情况下改性乳化沥青 5d 的贮存稳定性难以满足要求，如果经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用，此时要求改性乳化沥青运至工地后应存放在附有循环或搅拌装置的贮存罐内，并进行循环或搅拌，否则不准使用。

^b重载交通公路及用于填补车辙时，改性乳化沥青蒸发残留物的软化点应不低于 60℃。

c) 稀浆封层用乳化沥青、改性乳化沥青的技术要求应符合表 23 的规定。

表 23 稀浆封层用乳化沥青和改性乳化沥青技术要求

试验项目		技术要求			试验方法
		改性乳化沥青	BC-1	BA-1	
1.18mm 筛上剩余量 (%)		≤0.1	≤0.1	≤0.1	T 0652
电荷		正电 (+)	正电 (+)	负电 (-)	T 0653
恩格拉黏度 E ₂₅		3~30	2~30	2~30	T 0622
沥青标准黏度 C _{25,3} ^a (s)		-	10~60	10~60	T 0621
蒸发残留物含量 (%)		≥60	≥55	≥55	T 0651
蒸发残留物性质	25℃针入度 (0.1mm)	40~100	45~150	45~150	T 0604
	软化点 (℃)	≥57	-	-	T 0606
	5℃延度 (cm)	≥20	-	-	T 0605
	15℃延度 (cm)	-	≥40	≥40	
	溶解度 (%)	≥97.5	≥97.5	≥97.5	T 0607
贮存稳定性 ^b (%)	1d	≤1	≤1	≤1	T 0655
	5d	≤5	≤5	≤5	

注：^a乳化沥青黏度以恩格拉黏度为准，条件不具备时也可采用沥青标准黏度。

^b贮存稳定性根据施工实际情况选择试验天数，通常采用 5d，乳化沥青生产后能在第二天使用完时也可选用 1d。个别情况下改性乳化沥青 5d 的贮存稳定性难以满足要求，如果经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用，此时要求改性乳化沥青运至工地后应存放在附有循环或搅拌装置的贮存罐内，并进行循环或搅拌，否则不准使用。

d) 微表处和稀浆封层用粗集料、细集料、合成矿料的技术要求应符合表 24 的规定。

表 24 微表处和稀浆封层用粗、细集料、合成矿料技术要求

材料	项目	技术要求			试验方法	备注
		A级微表处	B级微表处	稀浆封层 ^a		
粗集料	压碎值 (%)	≤26	≤26	≤28	T0316	/
	洛杉矶磨耗损失 (%)	≤25	≤25	≤30	T0317	/
	磨光值 (BPN)	≥42	≥42	-	T0321	/
	坚固性 (%)	≤12	≤12	-	T0314	/
	针片状含量 (%)	≤15	≤15	≤18	T0312	/
细集料	坚固性 (%)	≤12	≤12	-	T0340	>0.3mm 部分
合成矿料	砂当量 (%)	≥65	≥65	≥50	T0334	合成矿料中 <4.75mm 部分
	亚甲蓝值 (g/kg)	≤2.5	-	-	T0349	合成矿料中 <2.36mm 部分

注：^a稀浆封层用于四级公路时，粗、细集料的质量要求可适当放宽。

e) 微表处和稀浆封层填料可采用矿粉、水泥等，应干燥、疏松，无结团。矿粉应符合 JTG F40 的有关规定；水泥宜选择普通硅酸盐水泥，水泥强度等级宜选用 42.5 或 32.5，应符合 GB 175 的有关规定。

f) 微表处和稀浆封层可采用无机盐类添加剂、有机类添加剂等，添加剂的掺加不得对混合料性能产生不利影响，未经试验验证的添加剂不得在施工中采用。

g) 微表处和稀浆封层用水不得含有有害的可溶性盐类、能引起化学反应的物质和其他污染物，宜采用可供生活饮用的水。

h) 掺入微表处的纤维类型可选用玻璃纤维、聚酯纤维或矿物纤维，长度为 6mm、8mm 或 12mm。

8.5.3 微表处和稀浆封层混合料类型应根据使用要求、原路面状况、交通量、气候条件等因素选择，并进行混合料配合比设计、路用性能试验和设计参数的测试，根据试验结果确定混合料配合比。微表处和稀浆封层混合料设计应符合下列规定：

a) 按矿料粒径的不同，微表处混合料可分为 MS-2 型、MS-3 和 MS-4 型，稀浆封层混合料可分为 ES-1 型、ES-2 型和 ES-3 型。MS-3 型微表处适用于高速公路、一级公路沥青路面预防养护，MS-2 型微表处适用于中等交通量高速公路，一级及

二级公路沥青路面预防养护，MS-4 型微表处主要用于车辙填充；ES-3 型稀浆封层适用于二级公路沥青路面预防养护，ES-2 型稀浆封层适用于二级及二级以下公路沥青路面预防养护，ES-1 型稀浆封层适用于三级、四级公路沥青路面预防养护。

b) 微表处混合料矿料级配应符合表 25 的规定；稀浆封层混合料矿料级配范围应符合表 26 的规定。

表 25 微表处矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)									
	13.2	9.5	7.2	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
MS-2	100	100	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	7~12
MS-3	100	100	83~96	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	6~12
MS-4	100	88~100	72~90	60~80	40~60	28~45	19~34	14~25	8~17	4~8

注：填料计入矿料级配；条件不具备的，可不对 7.2mm 筛孔通过率进行控制。

表 26 稀浆封层矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
ES-1	-	100	90~100	65~90	40~65	25~42	15~30	10~20
ES-2	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
ES-3	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

注：填料计入矿料级配。

c) 微表处混合料技术要求应符合表 27 的规定；稀浆封层混合料技术要求应符合表 28 的规定。

表 27 微表处混合料技术要求

试验项目		技术要求		试验方法
		A 级	B 级	
可拌和时间 (s)		90~180 ^a	120~300 (25℃)	T0757
破乳时间 ^b (min)		≤10	≤20	T0753
黏聚力	30min 初凝时间 (N·m)	≥1.2, 并且初级成型	≥1.2	T0754
	60min 开放交通时间 (N·m)	≥2.0, 且中度成型	≥2.0, 且初级成型	
温度 25℃, 湿度 70%条件下养生 2h, 养生初期磨耗损失 (g/m ²)		≤800	-	附录 B
负荷轮黏附砂量 (g/m ²)		≤450	≤450	T0755
湿轮磨耗值	25℃浸水 1h (g/m ²)	≤360	≤540	T0752
	25℃浸水 6d (g/m ²)	≤480	≤800	
轮辙变形试验的宽度变化率 ^c (%)		≤5	≤5	T0756

配伍性等级值 ^d	≥11	≥11	T0758
---------------------	-----	-----	-------

注：^a可拌和时间应按施工现场可能遇到的温度进行测试。

^b破乳时间的测试应选用工程实际使用的集料（合成级配）；否则应予注明。

^c不用于车辙填充的微表处混合料可不要求轮辙变形试验；

^dA 级微表处混合料应进行配伍性试验并满足配伍性等级值，B 级微表处混合料宜进行配伍性等级试验；

表 28 稀浆封层混合料技术要求

试 验 项 目		技术要求		试验方法
		快开放交通型	慢开放交通型	
25℃ 可拌和时间 (s)		≥120	≥180	T0757
黏聚力试验 (N·m)	30min (初凝时间)	≥1.2	—	T0754
	60min (开放交通时间)	≥2.0 ^a		
负荷车轮黏附砂量 (g/m ²)		≤450 ^b		T0755
25℃浸水 1h 湿轮磨耗值 (g/m ²)		≤800		T0752

注：^a至少为初级成型。

^b用于轻交通量公路的罩面和下封层时，可不作黏附砂量指标的要求。

d) 微表处混合料可掺入其质量 1‰~3‰ 的纤维，经微表处混合料的配合比试验确定纤维掺量。

e) 原路面 10mm 以下的车辙可直接进行微表处施工；深度 10mm~15mm 的车辙应先进行 MS-3 或 MS-4 型微表处车辙填充，然后再进行微表处施工；深度 15mm~30mm 的车辙用一层或两层 MS-4 型微表处填充，然后再进行微表处施工；深度 30mm 以上的车辙，不宜采用微表处进行车辙填充。

8.5.4 微表处和稀浆封层施工工艺应符合下列规定：

a) 微表处和稀浆封层的施工气温不宜低于 10℃，路面温度和气温均在 7℃ 以上并继续上升，允许施工；如果施工后 24h 内可能产生冻结，不得施工；不得在雨天施工，摊铺后未成型混合料遇雨，应在雨后及时进行检查，如有局部轻度损坏，待路面干硬后，采用人工修补；如损坏较严重，应在路面强度较低的情况下，将雨前摊铺层铲除，重新摊铺。

b) 微表处和稀浆封层应采用专用机械施工，摊铺时拌和均匀、摊铺均匀、速度稳定。微表处摊铺机的拌和箱应为大功率双轴强制搅拌式，摊铺槽应带有两排布料器，摊铺机应具有精确计量系统并可记录或显示矿料、乳化沥青等的用量。

c) 摊铺速度应保持混合料摊铺量与搅拌量基本一致。微表处和快开放交通型稀浆封层施工时保持摊铺槽中混合料的体积为摊铺槽容积的 1/2 左右；慢开放交通

型稀浆封层施工时保持摊铺槽中混合料的体积为摊铺槽容积的 1/2~2/3。

d) 已摊铺的稀浆混合料不应有过量水分和乳化沥青，也不应发生乳化沥青与集料分离的现象。

e) 稀浆混合料两幅的纵缝搭接宽度宜为 30mm~80mm，宜设置在车道线处，横向接缝宜做成对接缝，用 3m 直尺测量接缝处的最大间隙不应大于 6mm。

f) 当摊铺车内任何一种材料快用完时，应立即关闭所有输送材料的控制开关，待搅拌器中的混合料搅拌并摊铺完后，摊铺车停止前进，提起摊铺槽，将摊铺车移出摊铺点。

g) 微表处和稀浆封层铺筑后不得有超粒径颗粒拖拉的严重划痕，横向接缝和纵向接缝处不得出现余料堆积或缺料现象。

h) 掺入纤维的微表处应采用同步微表处摊铺机进行黏层喷洒、纤维切割添加和微表处摊铺的同步施工方法。原路面表面光滑时，宜采用同步微表处摊铺机进行黏层喷洒和微表处摊铺的同步施工方法，过于光滑的原路面表面应进行拉毛处理，保证微表处与原路面黏结良好而不脱落。

i) 微表处和稀浆封层养生初期车辆和行人不得进入，为加快开放交通时间，可在稀浆混合料初凝后使用 6t~10t 胶轮压路机碾压。经养生和初期交通碾压稳定的微表处和稀浆封层，在行车作用下应不飞散且完全密水。

8.5.5 微表处和稀浆封层施工中应对现场材料质量进行抽样检测，质量控制要求应符合表 29 的规定。

表 29 微表处施工过程材料质量检查与要求

材料	检查项目	要求值	检验频率
乳化沥青或改性乳化沥青	8.5.2 条要求的检测项目	符合设计要求	每批来料 1 次
矿料	砂当量		
	级配	实测	每一个工作日一次
含水量			

8.5.6 微表处和稀浆封层施工过程质量控制要求应符合表 30 的规定。

表 30 微表处和稀浆封层施工过程质量控制要求

检查项目	检验频率	质量要求或允许偏差		检验方法
		微表处	稀浆封	

			层	
可拌和时间 (s)	1次/工作日	符合设计要求	—	T0757
稠度	1次/100m	适中 ^a		经验法
油石比(%)	1次/工作日	满足生产配合比要求		T0722、T0735
矿料级配	1次/工作日	满足施工配合比的矿料级配要求		摊铺过程中从矿料输送带末端接出集料进行筛分
外观	全线连续	表面平整、均匀,无离析,无划痕		目测
摊铺厚度 (mm)	5个断面/km	不低于设计值的90%		钢尺测量或其他有效手段,每幅中间及两侧各1点,取平均值作为检测结果
摊铺宽度 (mm)	1处/100m	≥设计值		钢卷尺
接缝处高差 (mm)	纵缝每100m测1处; 横缝逐条检查,每条缝测1处	≤6		3m直尺、塞尺
浸水1h湿 轮磨耗 (g/m ²)	1次/7个工作日	≤360(A级微表处)≤540(B级微表处)	≤800	T0752

注：^aA级微表处可不采用“稠度检验的经验法方法”进行稠度检验。

8.5.7 微表处和稀浆封层外观质量应符合下列规定：

a) 表面应平整、密实、均匀,无花白料,轮迹、拖痕、泛油、松散、脱皮等累计面积不应超过受检面积的0.6%。

b) 纵向及横向接缝处应紧密、平整、顺直。

8.6 复合封层

8.6.1 复合封层适用于各等级公路,需要改善渗水、抗滑等使用性能的沥青路面。

碎石封层或纤维封层加铺微表处适用于二级及二级以上公路，适用于各交通量等级；碎石封层加铺稀浆封层适用于二级及二级以下公路，适用于重及以下交通量等级，其适用的各等级公路路况水平应符合表 31 的规定。

表 31 复合封层适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI、RDI	≥85	≥80	≥75

8.6.2 复合封层原材料技术要求应符合第 8.4.2 条和第 8.5.2 条的有关规定。

8.6.3 复合封层的配合比设计与使用性能检验应符合本文件第 8.4.4 条和第 8.5.3 条的有关规定。

8.6.4 复合封层的施工应分别符合碎石封层、纤维封层、微表处和稀浆封层的有关规定。

8.6.5 复合封层的施工与质量检验应分别符合碎石封层、纤维封层、微表处和稀浆封层的有关规定。

8.7 薄层罩面和超薄罩面

8.7.1 薄层罩面和超薄罩面适用于各等级公路，需要预防或修复部分病害、改善抗滑等使用性能的沥青路面，其适用的各等级公路路况水平应符合表 32 的规定。

表 32 薄层罩面和超薄罩面适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路		一级及二级公路		三级及四级公路	
	薄层罩面	超薄罩面	薄层罩面	超薄罩面	薄层罩面	超薄罩面
PCI、RQI	≥85	≥88	≥80	≥83	≥80	≥80
RDI	≥80	≥85	≥80 ^a	≥80 ^a	-	-

注：^a适用于一级公路。

8.7.2 薄层罩面和超薄罩面宜采用热拌沥青混凝土，也可采用温拌沥青混合料进行铺筑，其材料应符合下列规定：

a) 超薄罩面沥青结合料可采用高黏度改性沥青和橡胶改性沥青。高黏改性沥青技术指标应符合表 33 的规定，铺筑厚度不大于 15mm 的超薄罩面宜采用 60℃ 动力黏度不小于 100000Pa·s 高黏度改性沥青；橡胶改性沥青技术指标应符合表 34 的规定。

b) 薄层罩面沥青结合料可采用高黏度改性沥青、SBS 改性沥青和橡胶改性沥青。高黏改性沥青技术指标应符合表 33 的规定，SBS 改性沥青技术指标应符合 JTG

F40 的有关规定，橡胶改性沥青技术指标应符合表 34 的规定。

表 33 高黏度改性沥青技术要求

项目		技术要求	试验方法
25℃针入度 (0.1mm)		40~60	T 0604
5℃延度 (cm)		≥30	T 0605
软化点 (℃)		≥75	T 0606
135℃动力黏度 (Pa·s)		≤3	T 0625
60℃动力黏度 (Pa·s)		≥20000	T0620
三氯乙烯中溶解度 (%)		≥99	T 0607
离析, 48h 软化点差 (℃)		≤2.5	T 0661
25℃弹性恢复 (%)		≥85	T 0662
TFOT (或 RTFOT) 后 残留物	质量变化 (%)	±0.5	T 0610 或 T 0609
	25℃针入度比 (%)	≥75	T 0604
	5℃残留延度 (cm)	≥20	T 0605

表 34 橡胶改性沥青技术要求

项目		技术要求	试验方法
25℃针入度 (0.1mm)		30~60	T 0604
5℃延度 (cm)		≥20	T 0605
软化点 (℃)		≥75	T 0606
180℃布氏黏度 (Pa·s)		2~4	T 0625
离析, 48h 软化点差 (℃)		≤5.0	T 0661
25℃弹性恢复 (%)		≥75	T 0662
TFOT (或 RTFOT) 后 残留物	质量损失 (%)	±0.5	T 0610 或 T 0609
	25℃针入度比 (%)	≥65	T 0604
	5℃残留延度 (cm)	≥5	T 0605

c) 粗集料、细集料和填料技术指标应符合 JTG F40 的有关规定。粗集料应为质地坚硬、表面粗糙、形状接近立方体的玄武岩或辉绿岩等路面用碎石，具有良好的耐磨耗与磨光性能；细集料应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石经制砂机破碎得到的机制砂，与沥青有良好的黏结能力；填料应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石经磨细得到的矿粉，保证洁净、干燥、能自由地从矿粉仓中流出。

8.7.3 超薄罩面铺筑前，应在原路面喷洒黏层，其材料可采用高黏度改性乳化沥青，具有良好的黏结性能和抗水损特性。高黏度改性乳化沥青技术指标应符合表 35 的规定。薄层罩面层间黏结材料可采用高黏度改性乳化沥青或改性乳化沥青。

表 35 高黏度改性乳化沥青技术要求

项目	技术要求	试验方法
破乳速度	快裂	T 0658
粒子电荷	阳离子正电 (+)	T 0653

1.18mm 筛上剩余量 (%)		0.1	T 0652
赛波特黏度 C _{25,3} (s)		12~60	T 0621
储存稳定性 (%)	1d	≤1	T 0655
	5d	≤5	
蒸发残留物性质	含量 (%)	≥65	T 0651
	25℃针入度 (0.1mm)	40~60	T 0604
	软化点 (℃)	≥70	T 0606
	5℃延度 (cm)	≥20	T 0605
	三氯乙烯中溶解度 (%)	≥97.5	T 0607
	25℃弹性恢复 (%)	≥85	T 0662
与矿料的黏附性	裹覆面积	≥2/3	T 0654

8.7.4 薄层罩面铺筑前,可在原路面表面喷洒黏层,也可在原路面表面铺筑碎石封层或纤维封层。碎石封层与纤维封层的材料要求、施工工艺与质量控制应分别符合本文件第 8.4 节和第 8.6 节的有关规定。

8.7.5 超薄罩面和薄层罩面沥青混合料的矿料级配类型及组成结构可采用骨架-空隙型级配 (CPA)、骨架-密实型级配和悬浮-密实型级配。超薄罩面 CPA-7/10 矿料级配宜符合表 36 的规定, SMA-10 和 AC-10 矿料级配应符合 JTG F40 的有关规定, SMA-5/AC-5 矿料级配宜符合表 37 的规定。薄层罩面 BPA-10/13 矿料级配宜符合表 38 的规定, SMA-10/13 和 AC-10/13 矿料级配应符合 JTG F40 的有关规定。

表 36 超薄罩面 CPA-7/10 矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)									
	13.2	9.5	7.2	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
CPA-7	-	100	55~100	15~40	12~35	11~19	8~15	3~12	3~9	2~7
CPA-10	100	85~100	-	18~43	12~35	11~19	8~15	3~12	3~9	2~7

表 37 超薄罩面 SMA-5/AC-5 矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率								
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	
SMA-5	100	90~100	35~65	22~36	18~28	15~22	13~18	9~15	
AC-5	100	90~100	50~70	35~55	20~40	12~28	7~18	5~9	

表 38 薄层罩面 BPA-10/13 矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)									
	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
BPA-10	-	100	80~100	25~40	22~35	13~25	9~19	7~14	5~11	3~7
BPA-13	100	80~100	60~80	25~40	22~35	13~25	9~19	7~14	5~11	3~7

8.7.6 超薄罩面和薄层罩面沥青混合料配合比设计宜按目标配合比、生产配合比和试拌试铺验证三个阶段进行,确定其矿料级配及最佳沥青用量。超薄罩面 CPA-7/10 型沥青混合料和薄层罩面 BPA-10/13 型沥青混合料按表 39 的规定,进行

性能试验验证，其他矿料级配类型的沥青混合料应按 JTG F40 的有关规定进行性能试验验证。

表 39 超薄罩面和薄层罩面 PA 型沥青混合料技术要求

项目	技术要求		试验方法
	超薄罩面 CPA-7/10 型	薄层罩面 BPA-10/13 型	
击实次数（双面）	75	75	T 0702
试件尺寸（mm）	φ101.6×63.5	φ101.6×63.5	T 0702
空隙率（%）	13~18	10~15	T 0708
矿料间隙率（%）	≥18	-	T 0709
沥青饱和度（%）	20~50	-	T 0709
稳定度（kN）	≥6	≥6	T 0709
残留稳定度（%）	≥85	≥85	T 0709
冻融劈裂强度比（%）	≥80	≥80	T 0729
车辙试验动稳定度（次/mm）	≥2500	≥2500	T 0719
析漏损失（%）	≤0.1	≤0.1	T 0732
肯特堡飞散损失（%）	≤15	≤15	T 0733
油膜厚度（μm）	≥9	≥9	-

8.7.7 超薄罩面和薄层罩面施工工艺可分为同步施工和异步施工。超薄罩面 CPA-7/10 型级配应采用同步施工工艺，薄层罩面 BPA-10/13 型级配宜采用同步施工工艺，保证黏层与超薄罩面/薄层罩面面层用同一台施工设备同步喷洒和摊铺；对于其他矿料级配类型，超薄罩面宜采用同步施工工艺，薄层罩面可采用同步施工工艺或异步施工工艺。薄层罩面采用铺筑碎石封层或纤维封层应力吸收层时，应采用异步施工工艺。

8.7.8 超薄罩面的施工工艺、设备要求与质量控制应符合 JTG F40 的有关规定，同步超薄罩面还应符合下列规定：

a) 间歇式拌和机每盘的生产周期应适当延长 5s~10s，沥青混合料的储存时间不宜超过 6h。

b) 应采用专用同步洒布摊铺设备进行铺筑，施工设备应包含受料斗、传送带、带加热功能的乳化沥青储罐、智能喷洒系统、宽度可调节的振动熨平板等部分，可一次同步实施乳化沥青喷洒、混合料摊铺及熨平，乳化沥青喷洒与混合料摊铺间隔不应超过 5s。

c) 黏层改性乳化沥青喷洒温度应为 50℃~80℃，同步施工黏层改性乳化沥青喷洒温度不应低于 80℃，热沥青混合料摊铺在改性乳化沥青喷洒的表面上。

d) 碾压应在沥青混合料温度下降至 90℃之前完成，碾压过程中使用 11t~13t

双钢轮压路机静压 2~3 遍，不得使用轮胎压路机。

e) 纵向接缝宜为冷接缝，摊铺宽度宜为一个车道，纵向接缝宜位于标线处。

8.7.9 薄层罩面的施工工艺和设备要求应按 JTG F40 的有关规定执行，同步薄层罩面还应符合 8.7.8 的规定。

8.7.10 薄层罩面和超薄罩面施工中原材料质量控制要求应符合表 40 的规定。

表 40 薄层罩面和超薄罩面施工过程材料质量检查与要求

材料	检查项目	要求值	检验频率
SBS 改性沥青、高黏度改性沥青	8.7.2 条要求的检测项目	符合设计要求	每批来料 1 次
橡胶改性沥青	8.7.2 条要求的检测项目		
高黏度改性乳化沥青	8.7.2 条要求的检测项目		
高分子聚合物改性沥青、道路石油沥青	JTG F40 规定的检测项目		
粗集料、细集料和填料	JTG F40 规定的检测项目		

8.7.11 薄层罩面和超薄罩面用沥青混合料的检验频度和质量要求，应按 JTG F40 的规定执行。

8.7.12 薄层罩面和超薄罩面施工过程质量控制要求应符合表 41 的规定。

表 41 薄层罩面和超薄罩面施工过程质量控制要求

检查项目	检验频率	质量要求或允许偏差		检验方法
		高速及一级公路	其他等级公路	
压实度 ρ (%)	每 1500m ² 测 1 处	\geq 试验室标准密度的 96% (*98%)	\geq 最大理论密度的 92% (*94%)	T0924、T0922 JTG F40 有关规定
厚度均值 (mm)	5 个断面/km，每个断面测 3 点	不小于设计值		T 0912
平整	σ (mm)	连续检测	≤ 1.5	≤ 2.5 T 0932 或 T 0934

度	IRI (m/km)		≤2.5	≤4.2	
渗水系数(ml/min)		5个点/km	符合设计要求		T 0971
宽度(mm)		5个点/km	不小于设计值		钢卷尺法

注：^a适用于 AC 型和 SMA 型沥青路面，带*者是指 SMA 路面。BPA 和 CPA 型沥青路面压实度应满足设计要求。

8.8 就地热再生

就地热再生的原材料要求、配合比设计、设备要求、施工工艺与质量控制应符合 JTG/T 5521 的有关规定。

9 水泥混凝土路面预防养护施工

9.1 一般规定

9.1.1 预防养护拟采用的原材料、混合料等宜进行相应的室内试验，技术指标检测合格后再用于施工。

9.1.2 水泥混凝土路面局部路段出现路面磨光，宜采取机械刻槽、精铣刨等方法，恢复水泥混凝土路面的表面平整度和摩擦系数。

9.1.3 预防养护施工应符合 JTG H30 的有关规定。

9.1.4 针对预防养护路段，应制定科学合理的交通组织方案，降低对通行车辆的影响。

9.2 更换填缝料

9.2.1 更换填缝料适用于填缝料损坏、配合板底压浆等其他工艺处理错台及唧浆的情况。

9.2.2 接缝材料应符合下列规定：

a) 接缝板的品种主要有塑胶板、橡胶泡沫板、沥青纤维板、浸油模板等，各种接缝板的厚度应为 18mm~27mm，其技术要求应符合 JT/T 203 的有关规定。

b) 常温施工式填缝料的品种主要有聚氨酯类、橡胶类、硅酮类，其技术要求应符合 JT/T 203 的有关规定。

c) 加热施工式填缝料的品种主要有道路石油沥青、SBS 改性沥青、橡胶沥青等。道路石油沥青填缝料和 SBS 改性沥青填缝料的性能要求应符合 JT/T 203 的有

关规定，橡胶沥青填缝料的性能要求应符合 JT/T 740 的有关规定。

9.2.3 填缝料损坏维修施工工艺应符合下列规定：

- a) 接缝中的旧填缝料和杂物，应予清除，并将缝内灰尘吹净。
- b) 在胀缝修理时，应先用热沥青涂刷缝壁，再将接缝板压入缝内。对接缝板接头及接缝板与传力杆之间的间隙，必须用沥青或其他填缝料填实抹平。上部用嵌缝条的应及时嵌入嵌缝条。
- c) 采用加热式填缝料修补时，应将填缝料加热至灌入温度。宜用嵌缝机填缝，填缝料应与缝壁黏结良好，填灌饱满。在气温较低季节施工时，应先用喷灯将接缝预热。
- d) 采用常温式填缝料修补时，除无须加热外，施工方法与加热式填缝料相同。

9.2.4 纵向接缝张开维修施工工艺应符合下列规定：

- a) 当相邻车道面板纵向接缝张口宽度在 10mm 以下时，宜采用加热施工式填缝料。
- b) 当相邻车道板纵向接缝张口宽度在 10mm 以上时，宜采取常温施工式填缝料。维修前应清除缝内杂物和灰尘，按材料配比配制填缝料，宜采用挤压枪注入填缝料。填缝料固化后，方可开放交通。
- c) 当纵向接缝张口宽度在 15mm 以上时，宜采用沥青砂填缝。

9.2.5 接缝维修施工过程质量控制要求应符合表 42 的规定。

表 42 接缝维修施工过程质量控制要求

项目	质量要求或允许偏差		检验频率	检验方法
	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路		
外观	填缝料应饱满、密实、均匀，表面平整、光滑、无气泡、无颗粒状胶粒，与路面基本齐平并形成凹面，填缝料与裂缝结合牢固，脚踩不黏，不变形		逐处检查	目测
接缝填缝料凹凸 (mm)	≤3	≤5	逐处检查，每处接缝测 3 点取平均值	钢尺量

9.3 裂缝修补

9.3.1 裂缝修补适用于面板产生的裂缝病害，包括纵向裂缝、横向裂缝、斜向裂缝、角隅断裂、交叉裂缝等。

9.3.2 裂缝修补材料根据其功能可分为补强材料和密封材料。当水泥混凝土路

面由于裂缝造成强度不足时，应选用补强材料；当水泥混凝土路面仅出现贯穿裂缝，而板面强度仍能满足使用要求时，应选用密封修补材料，将裂缝封闭。

9.3.3 裂缝修补材料应符合下列规定：

a) 用于水泥混凝土路面裂缝修补的高模量补强材料宜选用经过改性的环氧树脂类材料或经乳化反应过的环氧树脂乳液，其技术要求应符合 JTJ 073.1 的有关规定。

b) 用于水泥混凝土路面裂缝修补的密封材料宜选用聚氨酯类灌浆材料，其技术要求应符合 JTJ 073.1 的有关规定。

c) 密封材料技术性能测试方法与补强材料技术性能测试方法相同。

9.3.4 裂缝修补施工工艺应符合下列规定：

a) 对宽度小于 3mm 的轻微裂缝，可采取扩缝灌浆。

b) 顺着裂缝扩宽呈 15mm~20mm 的沟槽，槽深可根据裂缝深度确定，最大深度不得超过 2/3 板厚。

c) 清除混凝土碎屑，吹净灰尘后，填入粒径 3mm~6mm 的清洁石屑。

d) 根据选用的灌封材料，按规定进行配比，混合均匀后，灌入扩缝内。

e) 扩缝材料固化后，达到通车强度，即可开放交通。

9.3.5 裂缝修补施工过程质量控制要求应符合表 43 的规定。

表 43 裂缝修补施工过程质量控制要求

项目	质量要求或允许偏差	检验频率	检验方法
外观	缝槽灌缝充分饱满、黏结紧密，密封胶边缘齐顺、表面平整，无颗粒状胶粒	逐处检查	目测
与路面高差	裂缝修补材料与路面的高差≤1mm	逐处检查，每处裂缝测 3 点取平均值	钢尺量

9.4 板底注浆

9.4.1 板底注浆适用于路面沉陷、基层冲刷造成的错台、板底脱空或唧浆等路面病害，面板破碎严重时不应采用注浆工艺。

9.4.2 板底脱空注浆材料宜选择流动性高，具有一定微膨胀能力的水泥砂浆、水泥浆，或经试验验证、工程检验后，技术性能满足要求的注浆材料。

9.4.3 板下封堵用水泥砂浆由水泥、砂、外掺剂和水混拌而成时，其技术性能应符合下列规定：

a) 水泥宜选用 42.5 号或 52.5 号普通硅酸盐水泥,水泥各项性能应符合 GB 175 的有关规定。

b) 砂宜选用粒径小于 3mm 的优质河沙,砂的含泥量应小于 2%。

c) 外掺剂宜选用具有减水、早强、微膨胀功能的混凝土快速修补剂。

d) 水宜选用洁净的河水或饮用水。

9.4.4 板下封堵用水泥浆由水泥、粉煤灰、外掺剂、水混拌而成时,其技术性能应符合下列规定:

a) 水泥宜选用 42.5 号或 52.5 号普通硅酸盐水泥,水泥各项性能应符合 GB 175 的有关规定。

b) 粉煤灰宜选用 II 级粉煤灰,其技术性能应符合表 44 的规定。

表 44 粉煤灰技术性能

细度 (0.080mm 方孔筛的筛余) (%)	≤8
烧失量 (%)	≤8
需水量比 (%)	≤105
三氧化硫 (%)	≤3
含水率 (%)	≤1

c) 外掺剂宜选用具有减水、早强、微膨胀功能的混凝土快速修补剂。

d) 水宜选用洁净的河水或饮用水。

9.4.5 板底注浆施工工艺应符合下列规定:

a) 水泥面板脱空位置可采用弯沉测定法,或其他本地区成熟的脱空检测新技术确定。

b) 注浆孔布设应根据路面板的尺寸、下沉量大小、裂缝状况和灌浆机械类型确定。

c) 注浆孔的大小应与灌注嘴的大小一致。

d) 注浆孔与面板边的距离不应小于 0.5m。

e) 注浆孔钻好后,应采用压缩空气将孔中混凝土碎屑、杂物清除干净,并保持干燥。

f) 注浆机械可用压力注浆机或压力泵。

g) 注浆作业应先从沉陷量大的地方的注浆孔开始,逐步由大到小。当相邻孔或接缝中冒浆,可停止泵送水泥浆,每灌完一孔应用木楔堵孔。

h) 待砂浆抗压强度达到 3MPa 时,用水泥砂浆堵孔,即可开放交通。

9.4.6 板底注浆施工过程质量控制要求应符合表 45 的规定。

表 45 板底注浆施工过程质量控制要求

项目	质量要求或允许偏差	检验频率	检验方法
水泥基注浆材料强度 (MPa)	符合设计要求	每个项目检查一次	JTG 5220 附录 F
压浆区空腔密实程度	芯样完整或折断面吻合	每 500m ² 抽检 1 孔	钻孔取样
孔位偏差 (mm)	±150	每 500m ² 抽检 1 孔	钢卷尺
孔深 (mm)	符合设计要求	每 500m ² 抽检 1 孔	钢卷尺
板角弯沉值 (0.01mm)	符合设计要求	逐板检查	T0951 或 T0953
相邻板横缝中间位置弯沉差 (0.01mm)	符合设计要求	逐板检查	T0951 或 T0953
相邻板高差 (mm)	3	骑缝检测, 逐板检查	钢直尺

9.4.7 水泥混凝土路面板底注浆外观质量应符合下列规定:

- a) 注浆过的板块应与周边板块平齐, 不应有松动、空鼓、唧浆。
- b) 钻孔处应填补至与路面平齐。
- c) 灌浆后残留在路面的灰浆应清理干净。

9.5 板块修补

9.5.1 板块修补包括板边修补和板角修补。

9.5.2 用于水泥混凝土路面板块修补的材料, 其技术性能应符合下列规定:

- a) 快硬高强。用于板块修补的混凝土材料应在 24h 内达到原板块设计强度的 70%以上, 48h 内达到原板块设计强度。
- b) 收缩小。混凝土 7d 内无收缩, 28d 内的收缩率 < 0.02%。
- c) 新旧混凝土黏结好。新旧混凝土结合处的剪切强度应达到混凝土整体剪切强度的 55%。
- d) 后期性能稳定。修补用混凝土的后期强度发展规律应与普通混凝土一致。
- e) 耐磨性高, 耐久性好。修补后的混凝土耐磨性必须达到原有未损坏的旧混凝土耐磨性, 且应具有抗冻、耐腐蚀、抗渗等耐久性能。
- f) 施工和易性好。修补用混凝土初凝时间宜大于 2h。
- g) 修补后的混凝土表面颜色应与旧混凝土基本一致。
- h) 水泥混凝土板块修补宜采用性能稳定的早强混凝土、聚合物乳液细粒式混凝土、钢纤维水泥混凝土, 其技术要求应符合 JTJ 073.1 的有关规定。

9.5.3 当对水泥混凝土面板边轻度剥落进行修补时, 应将剥落的表面清理干

净，用沥青混合料或接缝材料修补平整。

9.5.4 板角修补施工工艺应符合下列规定：

- a) 板角断裂应按破裂面的大小确定切割范围。
- b) 切缝后，凿除破损部分时，应凿成规则的垂直面。对原有钢筋不应切断，如果钢筋难以全部保留，至少也要保留 200mm~300mm 长的钢筋头，且应长短交错。
- c) 原有滑动传力杆，如果有缺陷应予以更换并在新老混凝土之间加设传力杆，传力杆间距控制在 300mm。
- d) 基层不良时，可采用 C15 混凝土浇筑基层。
- e) 与原有路面板的接缝面，应涂刷沥青。如为胀缝，应设置接缝板。
- f) 现浇混凝土与老混凝土面板之间的接缝应切出宽 3mm 深 4mm 的接缝槽，并灌入填缝材料。
- g) 待混凝土达到强度后，方可开放交通。

9.5.5 板块修补施工过程质量控制要求应符合表 46 的规定。

表 46 板块修补施工过程质量控制要求

项目	质量要求或允许偏差		检验频率	检验方法
	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路		
外观	混凝土板表面脱皮、印痕、裂纹、石子外露和缺边掉角等缺陷，一级公路不得超过受检面积的 0.3%，二级及二级以下公路不得超过 0.4%		逐处检查	钢尺量
相邻板高差 (mm)	≤3	≤5	骑缝检测，逐处检查	钢尺量

9.6 错台处治

9.6.1 水泥混凝土路面错台的处治方法有磨平法和填补法两种，针对高差小于等于 10mm 的错台，可采用磨平机磨平，或人工凿平。

9.6.2 错台采用磨平机处治的施工工艺应符合下列规定：

- a) 应从错台最高点开始向四周扩展，边磨边用三米直尺找平，直至相邻两块板齐平为止。
- b) 磨平后，接缝内杂物应清理干净，并吹净灰尘，及时将嵌缝料填入。

9.6.3 错台处治施工过程质量控制要求应符合表 47 的规定。

表 47 错台处治施工过程质量控制要求

项目	质量要求或允许偏差		检验频率	检验方法
	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路		
相邻板高差(mm)	≤3	≤5	骑缝检测，逐处检查	钢尺量
IRI (m/km)	≤4.2	≤5.8	连续检测	T 0932 或 T 0934
SFC	≥44	≥40	连续检测	T 0965 或 T 0967

9.7 坑洞修补

9.7.1 坑洞修补应根据不同情况采取相应措施进行。

9.7.2 对个别的坑洞，应清除洞内杂物，用水泥砂浆等材料填充，达到平整密实。

9.7.3 对较多坑洞且连成一片的，应采取薄层修补方法进行修补，其施工工艺应符合下列规定：

- a) 切割面积的图形边线，应与路中心线平行或垂直。
- b) 切割的深度，应在 60mm 以上，并将切割面内的光滑面凿毛。
- c) 应清除槽内的混凝土碎屑。
- d) 混凝土拌和物填入槽内，振捣密实，并保持与原混凝土面板齐平。
- e) 宜喷洒养护剂养生。
- f) 待混凝土达到通车强度后，方可开放交通。

9.7.4 低等级公路对面积较大、深度在 30mm 以内、成片的坑洞，可用沥青混凝土进行修补，其施工工艺应符合下列规定：

- a) 用风镐凿除一个处治区，其图形边线应与路中心线平行或垂直。
- b) 凿除深度以 20mm~30mm 为宜，并清除混凝土碎屑。
- c) 铺筑沥青混凝土前，应将凿除的槽底面和槽壁洒黏层沥青，其用量为 $0.4\text{kg/m}^2\sim 0.6\text{kg/m}^2$ 。
- d) 沥青混凝土应碾压密实平整。
- f) 待沥青混凝土冷却后，控制车速通车。

10 预防养护后评估

10.0.1 宜建立沥青路面预防养护后评估机制，跟踪观测预防养护路段的实施效果；

对比预防养护实施前后路况变化，为本地区同类预防养护工程的预防养护时间确定、预防养护对策选择、预防养护工程实施等提供基础数据和参考依据。可根据需要通过后评估实现下列全部或部分目标：

- a) 总结预防养护技术的效果，形成符合实际的路面养护技术清单；
- b) 总结形成路面病害产生的完整证据链；
- c) 修正路面预防养护决策方法；
- d) 建立符合实际的路况衰变模型，确定预防养护技术预期寿命；
- e) 编制适合的路面预防养护技术规范。

10.0.2 预防养护后评估应开展下列工作：

- a) 定期检查路面外观质量。
- b) 定期对实施预防养护后的路面进行路面技术状况检测。
- c) 进行预防养护的养护效果分析、经济性分析。
- d) 总结预防养护决策、设计、施工经验。

10.0.3 预防养护效果达标指数 RS 大于等于 1 时，预防养护效果达标； RS 小于 1 时，预防养护效果不达标。 RS 采用式（1）计算：

$$RS = \frac{L_r}{L_e} \quad (1)$$

式中： RS ——预防养护效果达标指数。

L_r ——预防养护措施实际使用年限。以路面技术状况重新回到实施预防养护前水平所经历的时间计；确定预防养护实际使用年限所用的路面技术状况指标一般可采用 PCI 。

L_e ——预防养护预期措施设计年限，设计阶段未要求时，该指标可在表 48 范围内取值。

表 48 预防养护措施预期设计年限

路面类型	预防养护措施	预期使用年限（年）
沥青路面	灌缝/贴缝	1~3
	含砂雾封层	1~2
	碎石封层	2~3
	稀浆封层	2~3
	微表处	2~3
	复合封层	3~4

	薄层罩面	4~6
	超薄罩面	3~4
	封层罩面	5~8
	就地热再生	复拌再生
加铺再生		2~4
水泥混凝土路面	更换填缝料	2~3
	裂缝修补	2~3
	板底注浆	3~5
	板块修补	3~5
	错台处治	3~5
	坑洞修补	3~5

注：交通荷载等级高时宜靠下限取值，交通荷载等级低时宜靠上限取值。

10.0.4 根据预防养护效果分析，形成后评估报告，尤其对于预防养护效果不达标的，应分析原因和影响因素，提出对策建议。

附录 A（规范性） 养护效益费用分析方法

A.1 计算当量平均年度费用（EUAC）

A.1.1 根据养护工程定额和工程实际情况，确定养护方案的费用。

A.1.2 进行全寿命周期养护效益费用分析时，分析期可选择路面新改建到大中修或两次大中修之间的时间 $[0, X_{ej}]$ 。

A.1.3 对于不同养护方案，确定分析期内各项养护费用，包括养护工程费用和日常养护费用。

A.1.4 按式 A.1.4 计算分析期内发生的各项养护费用的总现值：

$$PW_j = \sum C_i(1+d)^{-t} \quad (\text{A.1.4})$$

式中： PW_j ——第 j 个养护方案各项费用的总现值；

C_i ——未来 t 时间发生的费用；

d ——贴现率；

t ——发生费用的时间（年）。

A.1.5 应按式 A.1.5 计算分析期末的路面残值：

$$SV = (1 - \frac{L_A}{L_E})C_r \quad (\text{A.1.5})$$

式中： SV ——路面残值；

L_A ——最后一次实施养护工程年份至分析期末的年数；

L_E ——最后一次养护方案的预期使用寿命；

C_r ——最后一次养护方案的费用。

A.1.6 按式 A.1.6 计算分析期内各项费用的当量平均年度费用（EUAC）：

$$EUAC_j = [PW_j - SV(1+d)^{-nj}] \left[\frac{d(1+d)^{nj}}{(1+d)^{nj} - 1} \right] \quad (\text{A.1.6})$$

式中： $EUAC_j$ ——第 j 个养护方案的当量平均年度费用；

nj ——第 j 个养护方案费用分析期的长度， $nj = X_{ej}$ 。

A.1.7 必要时还应考虑分析期内的车辆运营费用、行程时间费用、交通事故费用

等公路使用者费用。

A.2 计算养护效益

A.2.1 应根据养护工程经验和具体的路面条件,确定路面技术状况指数 PCI、RQI、SRI、RDI 衰变方程,绘制路面性能变化曲线,计算路面性能曲线下面积。

A.2.2 按式 A.2.2 计算 PCI、RQI、SRI 的标准化效益 SB_j (PCI)、 SB_j (RQI)、 SB_j (SRI)、 SB_j (RDI):

$$SB_j(MMI) = \frac{A_j(MMI)}{A_0(MMI)} \quad (A.2.2)$$

式中: $A_j(MMI)$ ——第 j 个养护方案分析期内 PCI、RQI、SRI、RDI 曲线增加的面积;

$A_0(MMI)$ ——未采取养护措施的分析期内 PCI、RQI、SRI、RDI 曲线下的面积。

A.2.3 应以养护效益指数 (Maintenance Benefit Index, 简称 MBI) 表征路面养护效益,按下列公式计算:

$$MBI_j = \gamma_1 SB_j(PCI) + \gamma_2 SB_j(RQI) + \gamma_3 SB_j(SRI) + \gamma_4 SB_j(RDI) \quad (A.2.3)$$

式中: MBI_j ——养护方案 j 的养护效益指数;

$SB_j(PCI)$ ——PCI 的标准化效益;

$SB_j(RQI)$ ——RQI 的标准化效益;

$SB_j(SRI)$ ——SRI 的标准化效益;

$SB_j(RDI)$ ——RDI 的标准化效益;

γ_1 、 γ_2 、 γ_3 、 γ_4 ——PCI、RQI、SRI 和 RDI 的权重系数。

A.3 计算效益费用比

按式 A.3.1 计算养护效益费用比 (Maintenance Benefit Cost Ratio, 简称 MBCR)。

$$MBCR_j = \frac{MBI_j}{EUAC_j} \quad (A.3.1)$$

式中: $MBCR_j$ ——第 j 个养护方案的效益费用比;

MBI_j ——第 j 个养护方案的养护效益指数;

$EUAC_j$ ——第 j 个养护方案的当量年度费用。

附录 B（规范性） 微表处混合料养生初期磨耗损失试验

B.1 目的与适用范围

本方法适用于检测养生初期微表处稀浆混合料的成型能力。

B.2 仪器及材料

本试验需要下列仪器：

a) 扫刷磨耗仪由下列部分组成：

磨耗头：磨耗头总重（包括橡胶磨耗管） $615\text{g}\pm 15\text{g}$ ，其固定装置可在轴套内垂直 $16\text{mm}\pm 4\text{mm}$ 范围内自由活动。磨耗头的转速为自转 $140\text{r}/\text{min}\pm 2\text{r}/\text{min}$ ，公转为 $61\text{r}/\text{min}\pm 1\text{r}/\text{min}$ 。

磨耗管：磨耗管为内径 $19\text{mm}\pm 1\text{mm}$ ，壁厚 $5.7\text{mm}\pm 0.7\text{mm}$ ，长度 $127\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 的橡胶软管，磨耗管外层应为聚氯丁橡胶，中间需加筋。磨耗管外层橡胶硬度 $60\text{HA}\sim 70\text{HA}$ 。

试样托盘：试样托盘为平底金属圆盘，内径不小于 320mm ，深度 $50\text{mm}\pm 5\text{mm}$ 。试样托盘可以方便取下，并依靠夹具与升降平台固定。

b) 模板：边长为 $360\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 的正方形塑料板，中间有以正方形中心为圆心开直径为 $280\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 圆孔，试模厚度为 $13\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ 。

c) 天平：量程为 6000g ，感量不大于 1g 。

d) 恒温恒湿试验箱：将温度控制在 $25^\circ\text{C}\pm 1^\circ\text{C}$ ，湿度控制在 $70\%\pm 1\%$ 。

e) 刮板：有橡胶刮片，长度不小于 300mm 。

f) 其它，拌锅和拌铲等。

B.3 方法与步骤

试样制备：

a) 将各档集料在 $105^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，然后取出冷却备用。

b) 将油毛毡圆片平铺在操作台上，再将模板放在平整的油毛毡圆片上居中。

c) 在试样成型前，将所需的矿料、填料、（改性）乳化沥青等应放置在 $23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ 环境中保温 8h ，各组分的配比以拌和试验所确定的矿料、填料、添加剂、（改性）乳化沥青和水的比例为准。

d) 试样成型环境温度为 $23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ ，首先称取总重 $1500\text{g}\pm 1\text{g}$ 的矿料放入拌锅，

掺入填料拌匀，再加水拌匀后，然后加入（改性）乳化沥青拌和，并将拌匀的稀浆混合料倒入试模中并迅速刮平。成型过程中加入（改性）乳化沥青后的拌和时间不超过 30s，对于快凝的稀浆混合料，从加入（改性）乳化沥青拌和至刮平的整个操作过程宜在 45s 内完成。

e) 取走模板，并在 30s 内将试样放入恒温恒湿箱中，在温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $70\%\pm 1\%$ 条件下养护 2h。如果用于施工过程的质量控制时，养生条件为施工现场实际温度和湿度。

试验步骤：

a) 从恒温恒湿箱中取出混合料试件，称取油毛毡圆片及试件的合计质量 (m_a)，准确至 1g。

b) 把装有试件的试样托盘固定在扫刷磨耗仪升降平台上，提升平台并锁住，此时试件顶起磨耗头。

c) 开动扫刷磨耗仪，使磨耗头转动 $300\text{s}\pm 2\text{s}$ 后停止。每次试验后把磨耗头上的橡胶管转动一定角度，以获得一个新磨耗面（用过的面不得使用），或更换新的橡胶管。

d) 降下平台，将试件从盛样盘中取出，用软毛扫刷仔细将松散料从试件清理干净，避免用力过大，损坏试件。

e) 称取清理后试件与油毛毡的总质量 (m_b)。

B.4 计算

微表处混合料养生初期磨耗损失试验值 (ICAL) 按式 B.4.1 计算：

$$\text{ICAL}=(m_a-m_b)/S \quad (\text{B.4.1})$$

式中：ICAL——混合料养生初期磨耗损失值 (g/m^2)；

m_a ——磨耗前的试件重 (g)；

m_b ——磨耗后的试件重 (g)；

S——磨耗头胶管的磨耗面积 (m^2)。

B.5 报告

报告应记述下列事项：

- a) 微表处混合料配合比；
- b) 试件的养生初期磨耗损失值。