苏州市 2023 年国省干线养护工程 SJ01 标
224 省道（K37+000～K40+400）

施工图设计

（审定稿）

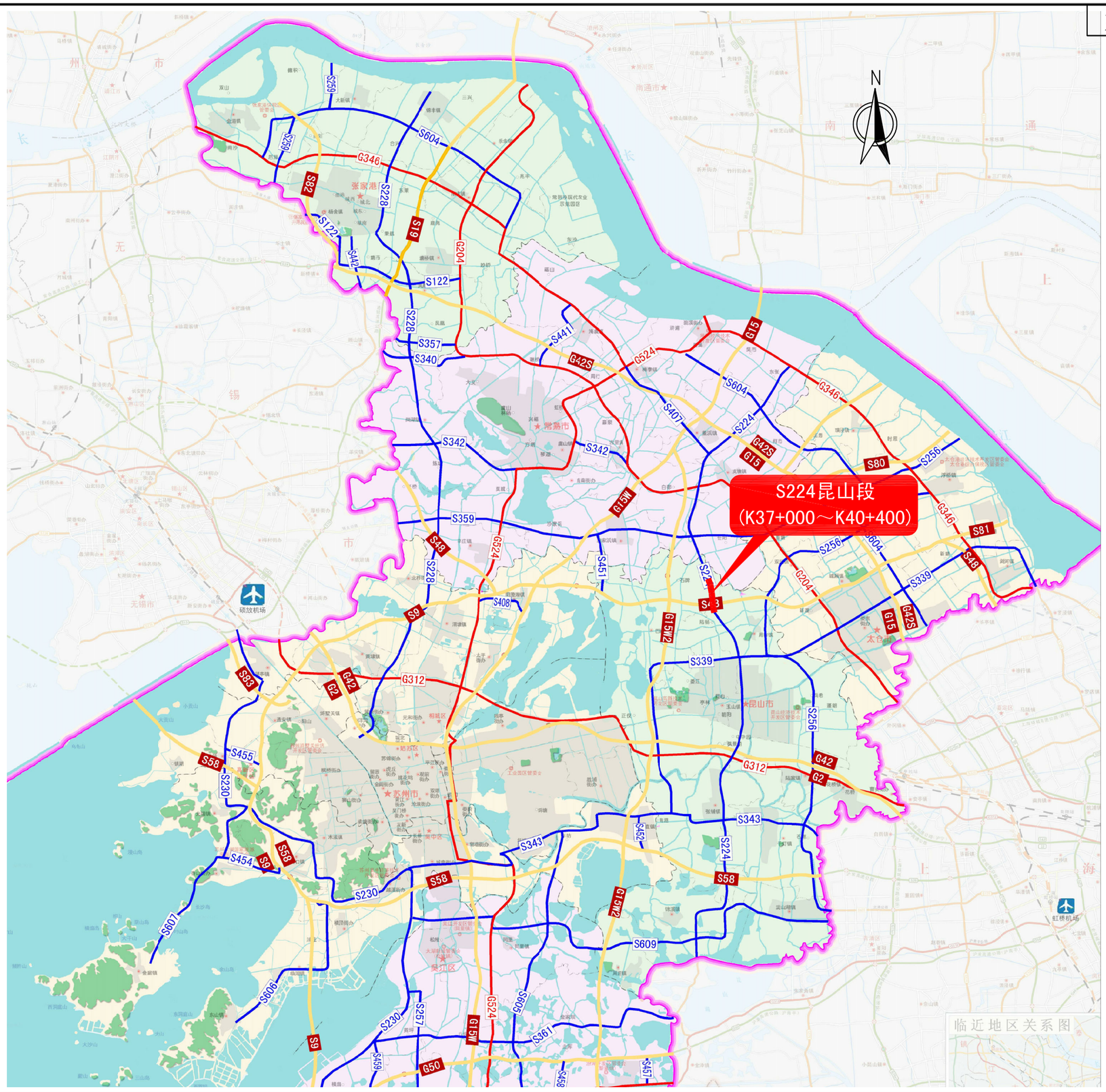
全一册

项目负责人	徐 玉 兰	部门负责人	骆 宏 成
副总工程师	沈 耀 球	总 工 程 师	范 啸
分管副院长	王 卫 国	院 长	张 国 林
编 制 单 位	中铁建苏州设计研究院有限公司		
证 书 编 号	甲级 A132006530		
编 制 日 期	二〇二三年三月		

图纸目录

苏州市2023年国省干线养护工程2023-SJ01标
224省道（K37+000-K40+400）施工图设计

序号	图　名	图 号	页数	备注	序号	图　名	图 号	页数	备注
1	项目地理位置图	S-1	1						
2	说明	S-2	60						
3	路基标准横断面图	S-3	1						
4	路面病害调查图	S-4	9						
5	路面工程数量表	S-5	5						
6	路面结构图	S-6	2						
7	路面病害处治设计图	S-7	1						
8	地聚物注浆处理设计图	S-8	1						
9	桥梁工程数量表	S-9	1						
10	桥梁混凝土裂缝修补图	S-10	1						
11	桥梁混凝土表面缺损修补示意图	S-11	1						
12	标线工程数量表	S-12	1						
13	标线一般构造图	S-13	2						
14	施工组织设计图	S-14	1						



中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	项目地理位置图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
中国铁建								S-1	2022-L-19	2023.03

目　录

1. 概述 1
1.1 工程背景 1
2. 设计依据及采用的规范 5
3. 路面使用状况调查及评价 7
3.1 路面现状调查、检测 7
3.2 公路使用状况评价 31
4. 路基、路面处治方案 34
4.1 路面病害处置 34
4.2 路面处理方案 37
4.3 路基病害处治设计 39
4.4 纵断面设计 39
4.5 横断面设计 39
4.6 桥梁、涵洞设计 39
5. 安全设施及其他附属工程改造设计方案 40
5.1 标志、标线恢复与完善 40
5.2 坡防护设施改造 40
5.3 排水设施 40
5.4 分隔带改造 40
6. 重要材料及技术要求 41
6.1 重要材料要求 41
6.2 材料技术要求 41
7. 施工期间的交通组织原则和措施 57
7.1 施工工期安排 57
7.2 主要工程的施工方法 57
8.节能环保 60
8.1 主要节能措施 60
8.2 新材料的应用 60
8.3 施工期间环境保护措施 61
8.4 社会影响分析 61
9.项目预算 62
9.1 编制依据 62
9.2 人工、材料及各项费用计取标准 62
9.3 工程投资 62

1. 概述

1.1 工程背景

1.1.1 地理位置

本次 S224 养护路段位于昆山境内，起点位于瑞安路交叉口，终点位于金茂路交叉口，起讫桩号为 K37+000～K40+400，长度 3.4km。自建成以来，已运营 19 年，2017 年期间进行过路面中修养护，目前路面状况较好，存在少量新发展的裂缝，个别段落有沉陷等病害，影响行车舒适性。

本次拟对此路段路面进行修复养护，对病害路段针对性专项处治，恢复路面使用质量，提升路面服务能力，延长路面寿命。

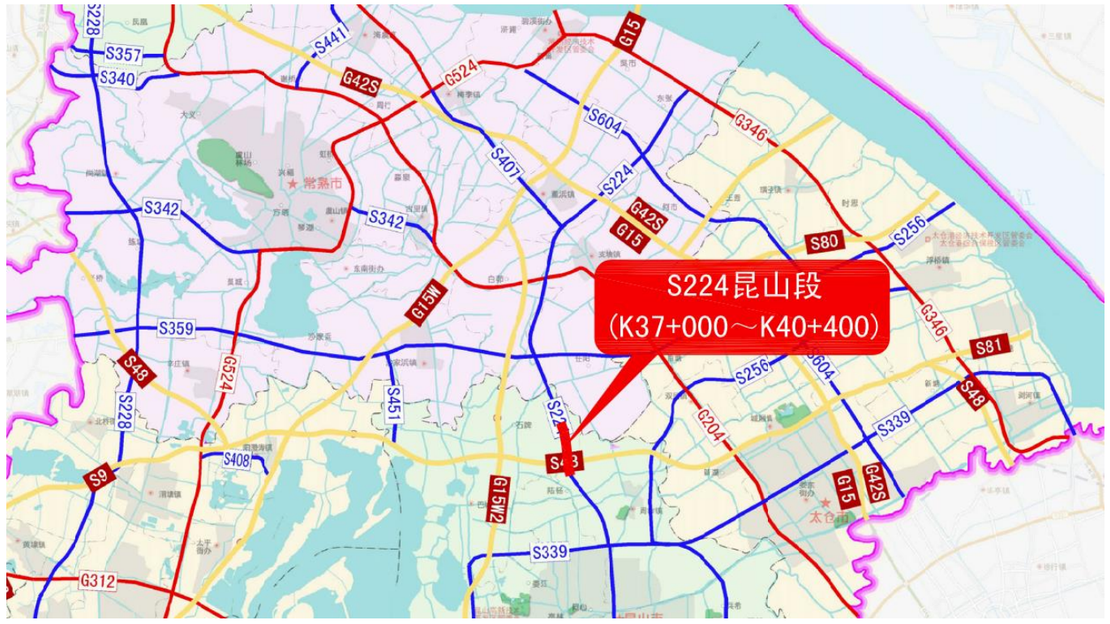


图 1-1 项目地理位置图

1.1.2 自然条件

1.地形地貌

沿线场地大部分为现有道路、绿化带，地势较平坦。高程一般为 1.80～2.40m（1985 国家高程），线位现状高程较两侧绿地较低。地貌单元属长江三角洲河口冲积平原。

交通便利的昆山，沪宁铁路、G2（京沪高速公路）、G312 和娄江水道穿城而过，且临近上海虹桥国际机场，形成了铁路、公路、水路和航空并存的立体交通网络。

2.区域地质与地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），项目区域地区的地震动峰值加速度为 0.10g,，抗震基本烈度为 7 度。

本项目沿线软土（软弱土）地基分布范围广，空间分布很不均匀，软土分布较广。整个线路土层为一套第四系全新统(Q4)海陆交互～河、湖相，粘性土～砂性土沉积；勘察深度范围内，主要地层为粘性土，亚砂土，亚砂土夹粉砂，全线路浅层 2-2 淤质亚粘土夹亚粘土层为第四系全新统(Q4)河湖相软土沉积。

3.气候、气象

昆山属北亚热带南部季风气候区，气候温和湿润，四季分明，光照充足，雨量充沛。历史极端最高气温 39.7℃（2008 年 7 月 4 日），历史极端最低气温-11.7℃（1977 年 1 月 31 日）。全年无霜期 239 天。年平均气温 17.6℃ ；年平均降水量 1200.4 毫米，年平均日照时间 1789.2 小时。空气质量优良，每年 300 天以上达到国家二级标准。

1.1.3 交通量

1.1.3.1 现状调查

根据苏州市公路事业发展中心提供的 2019 年～2022 年的交通量统计数据，可对本项目路段交通量及交通组成状况有一定了解，进而为合理分析路面病害成因及养护方案制定奠定基础。2019～2022 年间年平均日交通量统计如下：

拟养护路段平均交通量状况（辆/日）　　表 1-1

观测年份	当量合计	自然合计	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2019 年	47409	36596	28104	3445	4034	1013
2020 年	43155	33027	26055	2658	2762	1552
2021 年	48245	37282	29623	3094	2853	1712
2022 年	49975	38493	30511	3188	2996	1798



图 1-2 年平均日交通量随通车年限的变化

根据规范建议，六车道一级公路能适应将各种汽车折合成小汽车的年平均日交通量宜在 15000～30000 辆，本项目日交通量均位于适应交通量区间内，目前处于良好运载状态，服务水平良好。

根据 2023 年 2 月初交调点交通量数据统计，自然合计：39749pcu/d，当量合计为：51778pcu/d，说明疫情过后交通量增长较快。

1.1.3.2 交通量分析

由交通量组成分析可知，项目路段在 2019 年至 2022 年间的交通组成大型车、小型车比例较高。

各车型交通量组成比例统计表　　表 1-2

观测年份	小型车所占比例	中型车所占比例	大型车所占比例	汽车列车所占比例
2019 年	76. 8%	9. 4%	11. 0%	2. 8%
2020 年	78. 9%	8. 0%	8. 4%	4. 7%
2021 年	79. 5%	8. 3%	7. 7%	4. 6%
2022 年	79. 3%	8. 3%	7. 8%	4. 7%

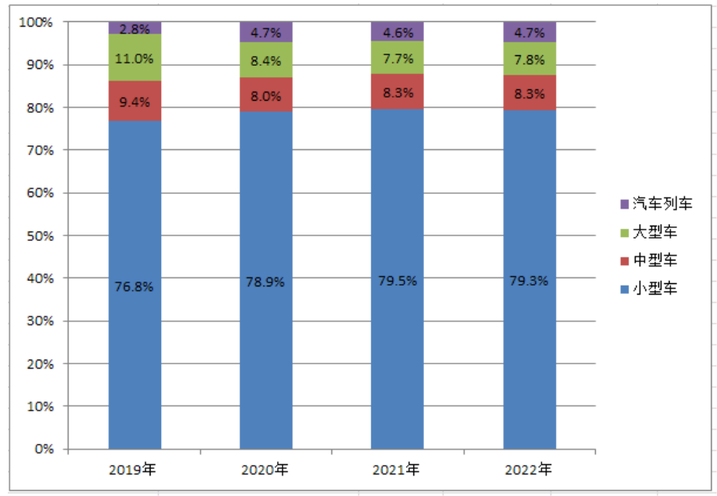


图 1-3 近四年项目路段车型比例

2022 年各车型交通量组成小型车占比 79.3%，中型车占比 8.3%，大型车占比 7.8%，汽车列车占比 4.7%。

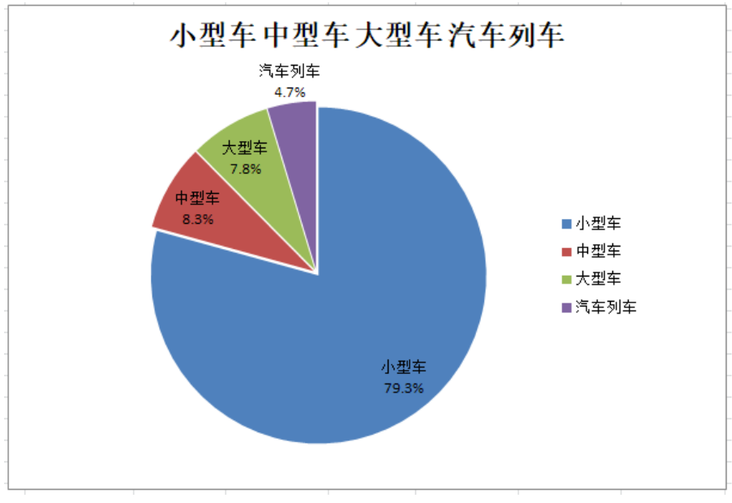


图 1-4 各车型年均日交通量分布统计（自然数）

根据交通量数据分析，近四年因疫情原因各车型交通量较为平稳，交通量增长较为缓慢，但疫情后，交通量增长较快。

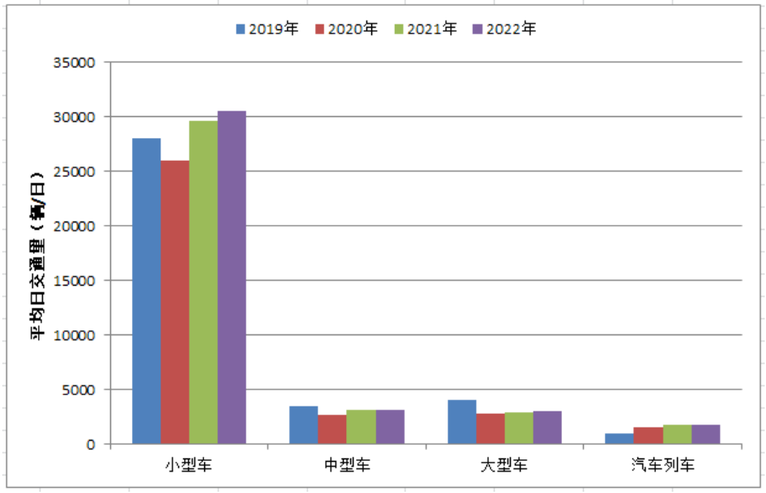


图 1-5 各车型交通量增长

根据历年交通量统计数据及发展趋势分析，交通量预测到 2027 年 S224 拟养护段日均交通量当量合计为 59823pcu/日；具体构成见下表：

2027 年交通量预测结果表　　表 1-3

预测年份	机 动 车（辆/日）					
	当量合计	自然合计	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2027	59823	45268	35371	3732	3871	2294

1.1.3.3 设计累计当量轴次计算

根据交通量统计分析，交通量年增长率为 3.65%，方向系数取 55%，车道系数取 60%。根据交通历史数据，确定项目路为 TTC2 类，车辆类型分布系数如下表所示。

车辆类型分布系数　　表 1-4

车辆类型	2 类	3 类	4 类	5 类	6 类	7 类	8 类	9 类	10 类	11 类
车型分布系数(%)	22.0	23.3	2.7	0	8.3	7.5	17.1	8.5	10.6	0

根据路网相邻公路的车辆满载情况及历史数据的调查分析，得到各类车型非满载与满载比例，如下表所示。

非满载车与满载车所占比例(%)　　表 1-5

车辆类型	2 类	3 类	4 类	5 类	6 类	7 类	8 类	9 类	10 类	11 类
非满载车比例	85	90	60	75	55	70	45	60	55	65
满载车比例	15	10	40	25	45	30	55	40	45	35

设计路面对应的设计指标为沥青混合料层永久变形与无机结合料层疲劳开裂。根据《公路沥青路面设计规范》（JTJ D50-2017）附表 A.3.1-3，可得到在不同设计指标下，各车型对应的非满载车和满载车当量设计轴载换算系数，如下表所示。

非满载车与满载车当量设计轴载换算系数

表 1-6

设计指标	沥青混合料层永久变形		无机结合料层疲劳开裂	
车辆类型	非满载车	满载车	非满载车	满载车
2 类	0.8	2.8	0.5	35.5
3 类	0.4	4.1	1.3	314.2
4 类	0.7	4.2	0.3	137.6
5 类	0.6	6.3	0.6	72.9
6 类	1.3	7.9	10.2	1505.7
7 类	1.4	6.0	7.8	535.0
8 类	1.4	6.7	16.4	713.5
9 类	1.5	5.1	0.7	204.3
10 类	2.4	7.0	37.8	426.8
11 类	1.5	12.1	2.5	985.4

根据当前 2022 年最新交通量统计，S224 省道设计车道大型客车和货车年平均日交通量 4613（辆/日），计算得出当前车道累计大型客车和货车交通量（辆）1.53×10^7，路面设计交通荷载等级为**重交通荷载等级。**

按设计年限 5 年计算，S224 省道设计车道大型客车和货车年平均日交通量 6221（辆/日），计算得出设计车道累计大型客车和货车交通量（辆）2.07×10^7，路面设计交通荷载等级为**特重交通荷载等级**。

1.1.4 养护历史

本项目路段于 2010 年建成通车，自建成以来，于 2017 年期间进行过路面中修养护，处治方案为：对纵断低点排水不畅路段进行补强（加铺沥青或水稳），标高受限路段铣刨见新，并同步处理基层病害。

1.2 测设经过

受业主委托，我院于 2023 年 1 月组织设计人员对现场病害情况开展调查，并与有关工作人员进行座谈，了解该路段日常养护过程中病害的主要类型及特征，在此基础上有针对性地制定检测设计工作大纲，并严格按照工作大纲要求开展各专业外业调查及测量工作。

主要开展工作包括：

- 原路设计资料收集、养护历史、养护状况资料收集；
- 交通量数据采集与分析；
- 路面破损状况调查（PCI）；

- 路面结构强度检测（PSSI）；
- 路面车辙状况检测（RDI）；
- 路面平整度检测（RQI）；
- 路面跳车指数检测（PBI）；
- 路面磨耗指数检测（PWI）；
- 路面抗滑性能检测（SRI）；
- 现场取芯调查；
- 路基、排水、桥涵、安全设施等附属设施调查。

现场调查、检测工作完成后，于 2023 年 2 月底完成本项目方案设计报告初稿，并向苏州市公路事业发展中心进行汇报。

项目组根据初审的意见及建议进行了修改和调整，回复如下：

1、下行方向病害较密集路段，结合病害情况，完善处治方案。

执行情况：结合现场调查，此路段为高速出口加速路段，重型车辆较多，病害较密集，本次采用地聚物注浆加固处理方案，对病害路段基层及路基进行深层注浆，来提高路面整体强度。

1.3 审查会批复意见执行情况

1.3.1 方案设计审查会批复意见及执行情况

江苏省交通运输厅公路事业发展中心于 2023 年 2 月组织召开了“苏州市 2023 年养护大中修及预防性养护工程”方案设计审查会。

设计深度基本达到《公路沥青路面养护设计规范》等标准规范和《江苏省普通干线公路路面大中修工程设计指南》要求，可以作为下阶段工作的依据。

本项目养护方案为：

根据病害严重程度不同，对病害处进行功能性修复养护，铣刨重铺 8cmSUP-25（掺抗车辙剂）+6cmSUP-20（掺抗车辙剂）4cmSMA-13，同步修复基层病害，交叉口车辙段落处理。

主要建议和意见如下：

1、进一步优化基层处置方案，结合需求与钻芯取样及检测，综合分析纵、横缝的原因，并拟定合理的处置方案。

执行情况：补充完善病害原因分析，优化基层处置方案，局部低路基排水不畅路段采用先注浆，再换填一层水稳的方式来处理。

2022 年 3 月，完成本项目施工图设计文件（审定稿）。

2. 设计依据及采用的规范

2.1 设计依据及采用的规范

本设计按照下列规范、规定、文件进行。

1、江苏省公路事业发展中心《江苏省公路路面大中修设计指南》

2、江苏省公路事业发展中心《普通干线公路养护大中修工程质量检验评定标准》

3、《江苏省普通国省养护工程科学决策实施意见》（试行）

4、《江苏省普通国省道预防性养护设计指南》（试行）

5、《江苏省普通国省道养护手册》（2020 年 11 月试行）

6、《普通国省干线公路设计技术标准》（DB32/T3602-2019）

7、《新理念公路设计指南》

8、《降低造价公路设计指南》

9、国家有关的政策和交通部现行标准、规范和规程：

《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）

《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）

《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）

《公路路基养护技术规范》（JTG5150-2020）

《公路沥青路面设计规范》（JTG D50—2017）

《公路沥青路面养护技术规范》（JTG5142-2019）

《公路沥青路面养护设计规范》JTG 5421-2018

《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40－2017）

《公路技术状况评定标准》（JTG 5210-2018）

《公路养护技术规范》（JTJ H10-2009）

《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG / T 5142－01—2021）

《公路养护工程质量检验评定标准》(JTG 5220-2020)

《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）

《公路桥涵养护设计规范》（JTG5120-2021）

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）

《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG D63-2007）

《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）

《公路涵洞设计细则》（JTG/T D65-04-2007）

《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）

《岩土工程勘察规范》（GB50021-2017）

《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）

《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）

《公路工程水文勘测设计规范》（JTG C30-2015）

8、其他国家和地方相关的标准、规范、规程、法规等。

2.2 原路技术标准

1) 老路概况

本项目路段于 2010 年建成通车，自建成以来，于 2017 年进行了中修，近几年以常规的路面日常小修养护为主。

2) 技术标准

公路等级	一级公路
设计行车速度	80km/h
路面设计荷载	BZZ-100
路面种类	沥青混凝土路面
原路面设计年限	15 年
原桥梁设计荷载	公路 I 级

3) 路基横断面

现状路基全宽 43m，双向六车道断面，具体布置为：43m=2×（0.75m 土路肩+6.5m 辅道+1.0m 侧分带+0.25m 路缘带+3x3.75m 行车道+0.75m 路缘带+2/2m 中分带）。

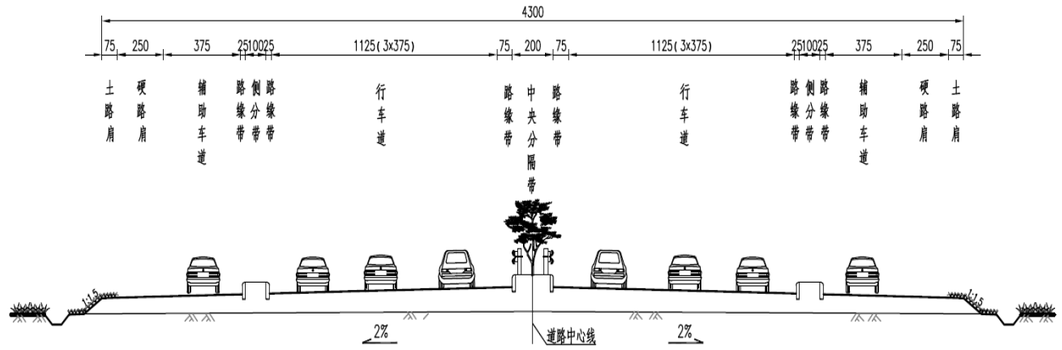
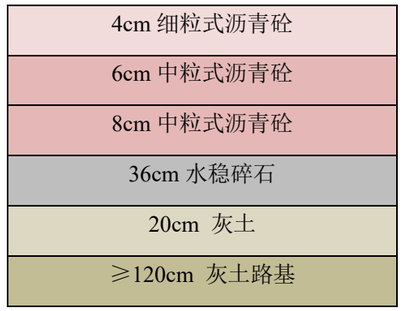


图 2-1 路基标准横断面

4) 路面结构

本项目老路路面结构为 4cm 细粒式沥青砼+6cm 中粒式沥青砼+8cm 中粒式沥青砼+36cm 水稳碎石+20cm 灰土，下为≥120cm 灰土路基。



老路设计弯沉 21.4（0.01mm）。

3. 路面使用状况调查及评价

3.1 路面现状调查、检测

3.1.1 原路面取芯

本次对项目路段行车道及硬路肩进行了钻芯取样，主要取孔位置在病害附近，同时考虑抽样的全面性，在一般路段也做了取芯。共钻芯取样 4 组，芯样图片及成果报告如下：

路面钻芯取样结果列表　　表 3-1

编号	取样位置	路面钻芯结果及结构层情况	备注
N1	K37+400 右幅车道	钻孔深度：80cm,其中： ①沥青 26cm；其中上层沥青 8cm，老路沥青 18cm,芯样完整。 ②水稳碎石 27cm，中部芯样较完整；粒径多 10mm～50mm 间，含量目估 65%。 ③二灰碎石 27cm,下部芯样较完整。	路面完整处
			
N2	K39+000 右幅车道	钻孔深度：102cm,其中： ①沥青 12cm；芯样完整。 ②水稳碎石 17cm，芯样完整；粒径多 10mm～50mm 间，含量目估 65%。 ③老路沥青 20cm,芯样完整。 ④老路水稳碎石 21cm,芯样基本完整。 ⑤二灰碎石 32cm,芯样完整。	路面完整处
			

编号	取样位置	路面钻芯结果及结构层情况	备注
N3	K39+500 左幅车道	钻孔深度：77cm,其中： ①沥青 20cm；芯样完整。 ②水稳碎石 22cm，芯样完整；粒径多 10mm～50mm 间，含量目估 65%。 ③二灰碎石 35cm,芯样完整。	路面完整处
			
N4	K37+800 左幅车道	钻孔深度：79cm,其中： ①沥青 17cm；芯样完整。 ②水稳碎石 33cm，下部芯样较完整；粒径多 10mm～50mm 间，含量目估 65%。 ③二灰碎石 29cm,芯样取出时破碎。	路面修补处
			

一般情况路面面层厚度一般在 12～20cm 左右，水稳碎石 17～33cm 左右，基本符合原设计厚度。项目范围水稳碎石基层芯样成型良好。

3.1.2 取芯检验检测结果

1、沥青面层检验检测结果

本次对拟养护段落，在路面完好处取芯进行取样检测。检测内容为：沥青老化程度、沥青混合料劈裂强度、沥青含量、矿料级配等，沥青混合料检验检测结果如下。

老路沥青路面上、下面层沥青混合料检验检测结果如下：

上面层沥青混合料检验检测试验　　表 3-2

序号	检测项目				检测数据				结构层次		
1	沥青含量（%）				4.55				沥青上面层		
2	劈裂抗拉强度（MPa）				2.21						
3	矿料级配				见下表						
筛孔（mm）	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配通过率（%）	100	100	94.3	73.8	42.7	27.6	20.8	12.1	7.3	6.2	5.2

下面层沥青混合料检验检测试验　　表 3-3

序号	检测项目						检测数据				结构层次		
1	沥青含量（%）						4.35				沥青下面层		
2	劈裂抗拉强度（MPa）						1.96						
3	矿料级配						见下表						
筛孔（mm）	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配通过率（%）	100	100	94.5	88.4	76.3	60.2	38.3	24.4	17.1	9.1	6.3	5.2	4.8

沥青针入度、软化点试验　　表 3-4

试验指标	沥青上面层	沥青下面层	原样沥青指标要求	再生技术规范要求
软化点平均值/℃	76.5	68.6	≥55	/
针入度平均值（25℃100g5s）/0.1mm	54	47	60～80	厂拌热再生≥10

2、基层检验检测结果

对老路上、下基层取芯检测无侧限抗压强度，基层检验检测结果如下：

基层无侧限抗压强度试验　　表 3-5

序号	桩号	高度（cm）	荷载（KN）	抗压强度（Mpa）	平均值（Mpa）
1	K37+400	14.6	337.31	19.2	19.25
2	K39+000	14.8	355.42	20.2	
3	K39+500	14.7	373.25	18.6	
4	K37+800	15.2	335.15	19.3	

3、检验检测结果评价

据以上检测结果，面层劈裂抗拉强度较高、级配良好，基层无侧限抗压强度较高，老路基面层性能指标满足路面使用要求。

各层沥青含量平均值基本满足通常沥青混合料油石比要求，沥青含量波动较小，有一定程度的老化，但沥青均能满足厂拌热再生要求。

3.1.3 路面病害现状调查

路面病害调查的目的是对现状路面的使用状况作一定的认识，为科学合理地制定路面改造方案提供比较详实的基础资料数据，保证路面改造方案的合理及工程量的精度。

我院于 2022 年 12 月对本项目路面进行了病害状况调查。主要开展工作包括：养护历史资料的搜集整理、路面破损情况调查、桥面破损调查、排水状况调查、路面弯沉检测、路面取芯、平整度检测、沥青路面车辙检测、路面磨耗及抗滑性能检测等。

1、病害类型

现阶段项目路段沥青路面出现了一些不同程度的病害，主要病害为纵、横向裂缝。裂缝在调查路段普遍存在，部分裂缝贯穿半幅车道,目前大部分裂缝已进行灌缝处理，存在少量新发展的裂缝。个别段落有沉陷等病害，影响行车舒适性，个别交叉口路段存在车辙病害。

1）裂缝

纵、横向裂缝在调查路段普遍存在，部分横向裂缝贯穿半幅车道，大部分裂缝已进行灌缝处理，存在少量新发展的裂缝。









图 3-1 裂缝

2）修补

部分路段存在修补病害，修补宽度 2~4 米，修补面积大小不一。



图 3-2 修补

3）车辙

本项目局部下行路段存在轻微车辙，在个别交叉口路段存在车辙病害，车辙深度约为 1-2cm。



图 3-3 车辙

4）沉陷

本项目局部路段存在，裂缝处或修补后，出现沉陷情况。



图 3-4 沉陷

2、病害调查表

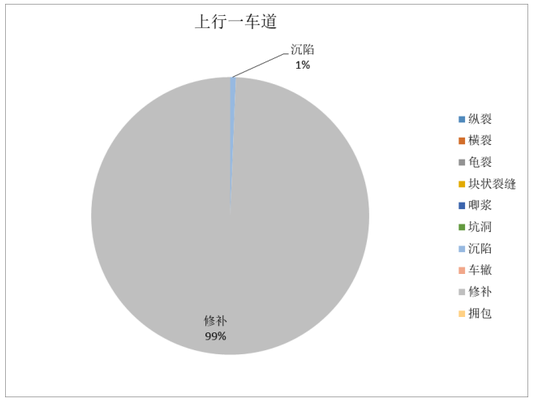
本次设计对外业调查数据进行统计，按照上、下行车道进行评价，主要按照每百米作为一个评价段，计算每段路面综合破损率和路面状况指数，并进行路面状况评定。

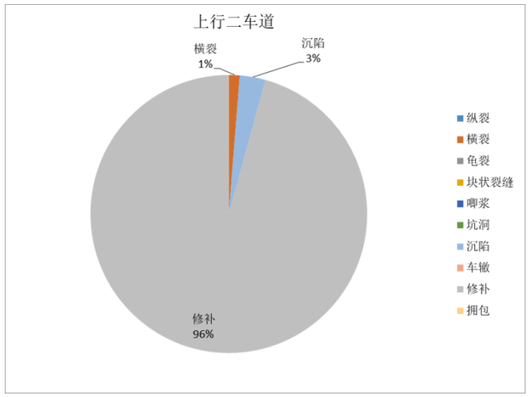
1. 上行车道

沥青路面主要破损状况统计一览表（上行车道）　　表 3-6

序号	起讫桩号			路段长度	纵裂	横裂	龟裂	块状裂缝	唧浆	坑洞	沉陷	车辙	修补	拥包
				(m)	(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m)	(m^2)	(m^2)
1	K37+000	~	K37+100	100									14.8	
2	K37+100	~	K37+200	100									21.5	
3	K37+200	~	K37+300	100									34.0	
4	K37+300	~	K37+400	100									31.4	
5	K37+400	~	K37+500	100									67.6	
6	K37+500	~	K37+600	100									14.3	
7	K37+600	~	K37+700	100									14.4	
8	K37+700	~	K37+800	100									24.6	
9	K37+800	~	K37+900	100									12.7	
10	K37+900	~	K38+000	100									73.5	
11	K38+000	~	K38+100	100							3.0		19.7	
12	K38+100	~	K38+200	100									26.7	
13	K38+200	~	K38+300	100									39.6	
14	K38+300	~	K38+400	100									35.3	
15	K38+400	~	K38+500	100									17.0	
16	K38+500	~	K38+600	100									19.1	
17	K38+600	~	K38+700	100									25.2	
18	K38+700	~	K38+800	100									28.6	
19	K38+800	~	K38+900	100		3.7							35.1	
20	K38+900	~	K39+000	100									33.2	
21	K39+000	~	K39+100	100		5.0					4.0		24.8	
22	K39+100	~	K39+200	100									39.4	
23	K39+200	~	K39+300	100		3.7					4.8		20.6	
24	K39+300	~	K39+400	100									10.9	
25	K39+400	~	K39+500	100									9.7	
26	K39+500	~	K39+600	100									27.0	
27	K39+600	~	K39+700	100									54.8	
28	K39+700	~	K39+800	100		7.4							7.4	
29	K39+800	~	K39+900	100									17.4	
30	K39+900	~	K40+000	100									18.4	
31	K40+000		K40+100	100							2.0		21.6	
32	K40+100		K40+200	100									19.6	
33	K40+200		K40+300	100									23.4	
34	K40+300		K40+400	100									22.3	
合计				3400		19.8					13.8		905.6	

附注：已灌缝裂缝列入修补。





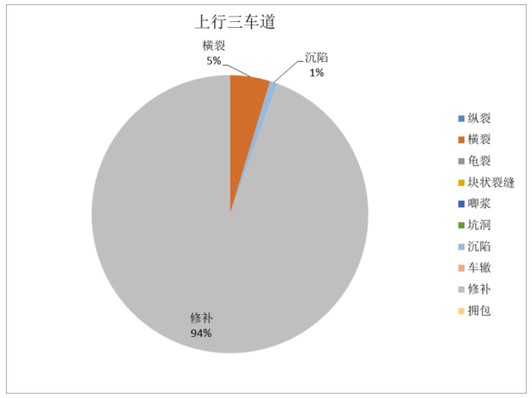


图 3-5 上行分车道沥青路面破损比例

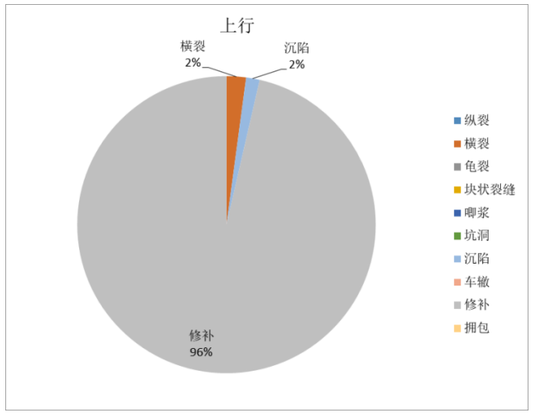


图 3-6 上行车道沥青路面破损比例汇总

根据上述图表可以看出上行车道，沥青路面病害主要类型为病害为修补，其次是局部路段路面出现沉陷，个别段落出现横裂。

小结，上行车道修补占病害总数的 96%，横裂占病害总数的 2%，沉陷占病害总数的 2%。

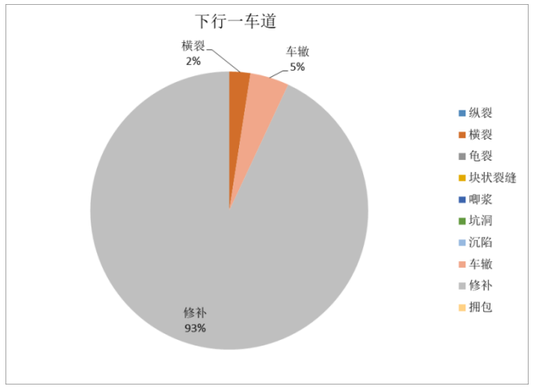
2. 下行车道

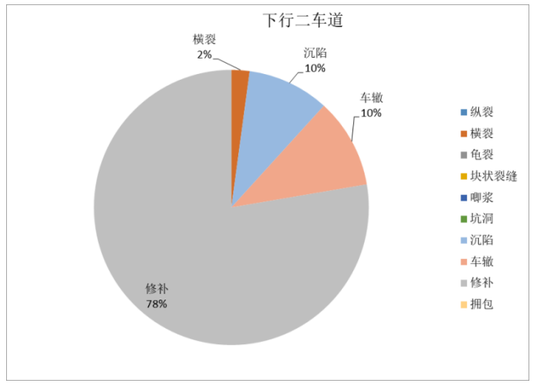
沥青路面主要破损状况统计一览表（下行车道）　　表 3-7

序号	起讫桩号			路段长度	纵裂	横裂	龟裂	块状裂缝	唧浆	坑洞	沉陷	车辙	修补	拥包
				(m)	(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m)	(m^2)	(m^2)
1	K37+000	~	K37+100	100									7.8	
2	K37+100	~	K37+200	100									66.7	
3	K37+200	~	K37+300	100									26.1	
4	K37+300	~	K37+400	100									73.7	
5	K37+400	~	K37+500	100		16.0							10.3	
6	K37+500	~	K37+600	100									8.6	
7	K37+600	~	K37+700	100									19.9	
8	K37+700	~	K37+800	100									89.2	
9	K37+800	~	K37+900	100							5.0		28.6	
10	K37+900	~	K38+000	100								30.0	4.0	
11	K38+000	~	K38+100	100									46.0	
12	K38+100	~	K38+200	100									31.3	
13	K38+200	~	K38+300	100		7.4					6.0		6.8	
14	K38+300	~	K38+400	100									33.3	
15	K38+400	~	K38+500	100									19.6	
16	K38+500	~	K38+600	100							1.0		8.2	
17	K38+600	~	K38+700	100									14.0	
18	K38+700	~	K38+800	100									25.5	
19	K38+800	~	K38+900	100							10.0		13.8	
20	K38+900	~	K39+000	100									24.0	
21	K39+000	~	K39+100	100							3.0		36.6	
22	K39+100	~	K39+200	100									41.3	
23	K39+200	~	K39+300	100								10.0	43.6	
24	K39+300	~	K39+400	100							4.0	10.0	12.8	
25	K39+400	~	K39+500	100									10.3	
26	K39+500	~	K39+600	100									23.6	
27	K39+600	~	K39+700	100							6.0		5.5	
28	K39+700	~	K39+800	100		3.7					6.0	15.0	10.0	
29	K39+800	~	K39+900	100		7.4							4.0	
30	K39+900	~	K40+000	100									9.3	
31	K40+000		K40+100	100									14.2	
32	K40+100		K40+200	100									10.8	
33	K40+200		K40+300	100									13.0	

序号	起讫桩号			路段长度	纵裂	横裂	龟裂	块状裂缝	唧浆	坑洞	沉陷	车辙	修补	拥包
				(m)	(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m)	(m^2)	(m^2)
34	K40+300		K40+400	100								40.0	16.0	
合计				3000		34.5					41	65	754.42	

附注：已灌缝裂缝列入修补。





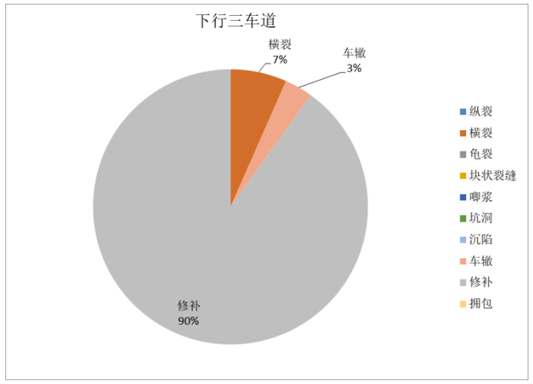


图 3-7 下行分车道沥青路面破损比例

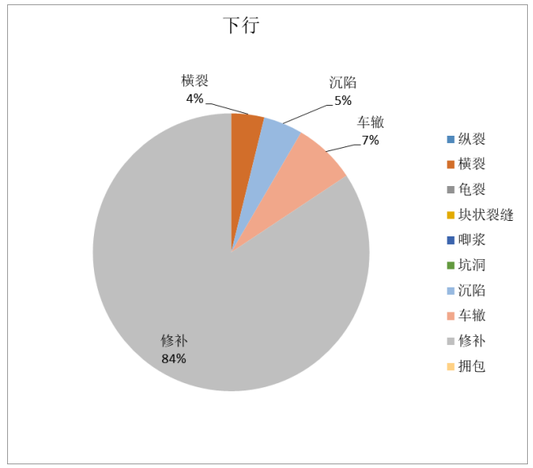


图 3-8 下行车道沥青路面破损比例汇总

根据上述图表可以看出下行车道，沥青路面病害主要类型为病害为修补、车辙，车辙分布于交叉口路段，其次是沉陷及横向裂缝。

小结，下行车道修补占病害总数的 84%，车辙占病害总数的 7%，沉陷占病害总数的 5%、横向裂缝占病害总数的 4%。

3、沥青路面破损状况评价

根据部颁《公路技术状况评定标准》(JTG 5210-2018)，采用路面状况指数(PCI)评定路面破损状况。路面状况指数(PCI) 依据路段破损状况调查得到的病害类型、轻重程度和密度数据，按以下公式确定。

$$PCI = 100 - a_0 DR^{a_1}$$

$$DR = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{i_0} \omega_i A_i}{A}$$

DR——路面破损率，为各种损坏的折合损坏面积之和与路面调查面积之百分比；

A_i ——第 i 类路面损坏的面积；

A ——调查的路面面积；

w_i ——第 i 类路面损坏的权重；

a_0 ——沥青路面采用 15.00；

a_1 ——沥青路面采用 0.412；

i ——考虑损坏程度的第 i 项路面损坏类型；

i_0 ——包含损坏程度的损坏类型总数，沥青路面取 21；

沥青路面破损分类分级　　表 3-8

类型（i）	损坏名称	损坏程度	权重（Wi）	计量单位
1	龟裂	轻	0.6	面积㎡
2		中	0.8	
3		重	1.0	
4	块状裂缝	轻	0.6	面积㎡
5		重	0.8	
6	纵向裂缝	轻	0.6	长度 m（影响宽度：0.2m）
7		重	1.0	
8	横向裂缝	轻	0.6	长度 m（影响宽度：0.2m）
9		重	1.0	
10	坑槽	轻	0.8	面积㎡
11		重	1.0	
12	松散	轻	0.6	面积㎡
13		重	1.0	
14	沉陷	轻	0.6	面积㎡
15		重	1.0	
16	车辙	轻	0.6	长度 m（影响宽度：0.4m）
17		重	1.0	
18	波浪拥包	轻	0.6	面积㎡
19		重	1.0	
20	泛油		0.2	面积㎡
21	修补		0.1	面积㎡

根据路面破损状况可将路面质量分为优、良、中、次、差五个等级。各个等级的路面状况指数和评定标准如下：

沥青路面破损状况等级评定标准　　表 3-9

评定等级	优	良	中	次	差
路面状况指数 PCI	≥90	≥80，＜90	≥70，＜80	≥60，＜70	＜60
路面破损率 DR（%）	≤0.4	＞0.4，≤2.0	＞2.0，≤5.5	＞5.5，≤11	＞11

本项目沥青路面破损状况评定：

1.上行车道

上行车道沥青路面破损状况评定表　　表 3-10

序号	起讫桩号	路段长度(m)	上行								
			一车道			二车道			三车道		
			路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级
1	K37+000 ～ K37+100	100	0.07	94.97	优	0.15	93.05	优	0.16	92.95	优
2	K37+100 ～ K37+200	100	0.20	92.27	优	0.17	92.71	优	0.17	92.71	优
3	K37+200 ～ K37+300	100	0.00	100.00	优	0.27	91.30	优	0.64	87.52	良
4	K37+300 ～ K37+400	100	0.23	84.00	良	0.27	83.00	良	0.31	83.50	良
5	K37+400 ～ K37+500	100	0.56	91.87	优	0.60	91.23	优	0.57	90.75	优
6	K37+500 ～ K37+600	100	0.08	94.64	优	0.12	93.68	优	0.17	92.85	优
7	K37+600 ～ K37+700	100	0.06	95.33	优	0.15	93.15	优	0.17	92.81	优
8	K37+700 ～ K37+800	100	0.20	92.23	优	0.23	86.00	良	0.20	86.00	良
9	K37+800 ～ K37+900	100	0.08	94.64	优	0.12	93.68	优	0.12	93.68	优
10	K37+900 ～ K38+000	100	0.55	88.25	良	0.71	87.00	良	0.63	87.63	良
11	K38+000 ～ K38+100	100	0.20	86.00	良	0.15	93.15	优	0.63	92.00	优
12	K38+100 ～ K38+200	100	0.17	84.00	良	0.15	93.15	优	0.37	90.03	优
13	K38+200 ～ K38+300	100	0.36	90.10	优	0.25	91.48	优	0.39	89.83	良
14	K38+300 ～ K38+400	100	0.29	90.94	优	0.28	91.09	优	0.33	90.56	优
15	K38+400 ～ K38+500	100	0.14	83.00	良	0.16	84.30	良	0.14	84.60	良
16	K38+500 ～ K38+600	100	0.14	93.35	优	0.18	92.62	优	0.17	92.71	优
17	K38+600 ～ K38+700	100	0.20	92.20	优	0.23	91.86	优	0.21	92.06	优
18	K38+700 ～ K38+800	100	0.09	94.39	优	0.17	92.85	优	0.49	88.79	良
19	K38+800 ～ K38+900	100	0.06	95.32	优	0.35	90.32	优	0.64	87.51	良
20	K38+900 ～ K39+000	100	0.24	91.63	优	0.28	91.09	优	0.33	90.52	优
21	K39+000 ～ K39+100	100	0.23	91.87	优	0.87	85.86	良	0.34	90.40	优
22	K39+100 ～ K39+200	100	0.59	84.00	良	0.23	84.60	良	0.16	83.50	良
23	K39+200 ～ K39+300	100	0.27	91.19	优	0.97	85.20	良	0.16	92.99	优
24	K39+300 ～ K39+400	100	0.09	94.51	优	0.12	93.74	优	0.07	94.93	优
25	K39+400 ～ K39+500	100	0.08	94.64	优	0.07	95.00	优	0.10	94.29	优
26	K39+500 ～ K39+600	100	0.19	92.50	优	0.26	91.44	优	0.25	91.48	优
27	K39+600 ～ K39+700	100	0.46	84.30	良	0.45	89.22	良	0.50	88.76	良
28	K39+700 ～ K39+800	100	0.17	92.72	优	0.12	83.20	良	0.12	93.77	优
29	K39+800 ～ K39+900	100	0.32	90.60	优	0.04	96.04	优	0.06	95.32	优
30	K39+900 ～ K40+000	100	0.29	84.30	良	0.08	83.90	良	0.08	84.60	良
31	K40+000 ～ K40+100	100	0.41	95.32	优	0.17	95.32	优	0.25	95.32	优
32	K40+100 ～ K40+200	100	0.09	90.94	优	0.19	89.55	良	0.23	88.84	良

序号	起讫桩号	路段长度(m)	上行								
			一车道			二车道			三车道		
			路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级
33	K40+200 ～ K40+300	100	0.11	95.32	优	0.23	95.32	优	0.27	95.32	优
34	K40+300 ～ K40+400	100	0.15	95.32	优	0.20	86.00	良	0.22	86.50	良
平均			0.22	91.37	优	0.26	90.33	优	0.28	90.44	优

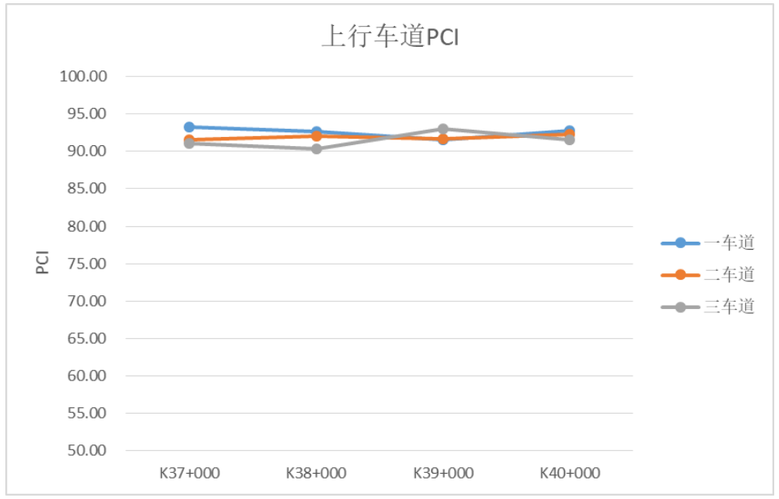


图 3-9 上行车道 PCI 随里程变化图

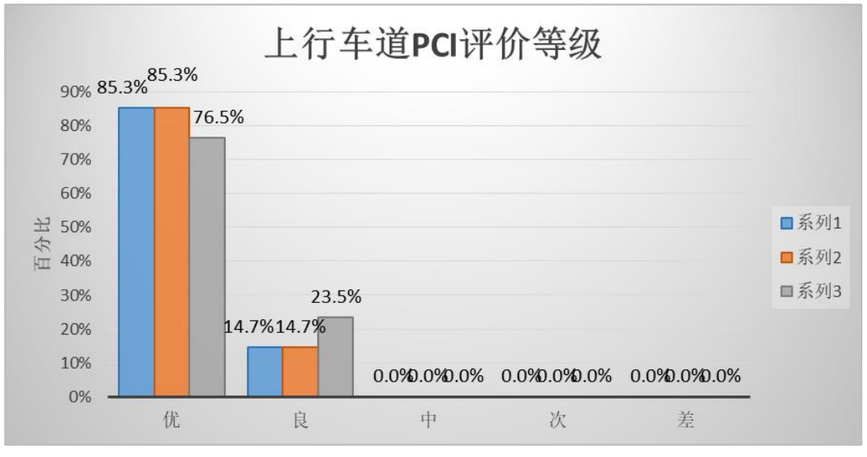


图 3-10 上行车道 PCI 评定结果图

根据上述图表可以看出上行车道中：一车道评价为“优”的路段占 85.3%，评价为“良”的路段占 14.7%，路面状况指数 PCI 平均值为 92.53，总体评价为“优”；二车道评价为“优”的路段占 85.3%，评价为“良”的路段占 14.7%，路面状况指数 PCI 平均值为 91.83，总体评价为“优”； 三车道评价为“优”的路段占 76.5%，评价为“良”的路段占 23.5%，路面状况指数 PCI 平均值为 91.48，总体评价为“优”。

2.下行车道

下行车道沥青路面破损状况评定表　　表 3-11

序号	起讫桩号	路段长度(m)	下行								
			一车道			二车道			三车道		
			路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级
1	K37+000 ～ K37+100	100	0.06	95.33	优	0.07	95.00	优	0.07	94.93	优
2	K37+100 ～ K37+200	100	0.46	89.07	良	0.54	88.35	良	0.71	86.96	良
3	K37+200 ～ K37+300	100	0.25	91.54	优	0.24	91.68	优	0.17	92.71	优
4	K37+300 ～ K37+400	100	0.44	89.33	良	0.68	87.18	良	0.79	86.41	良
5	K37+400 ～ K37+500	100	0.23	91.85	优	0.27	91.27	优	0.26	91.39	优
6	K37+500 ～ K37+600	100	0.10	94.22	优	0.00	100.00	优	0.12	93.77	优
7	K37+600 ～ K37+700	100	0.14	93.35	优	0.12	93.74	优	0.25	91.48	优
8	K37+700 ～ K37+800	100	0.55	88.25	良	0.87	85.86	良	0.89	85.73	良
9	K37+800 ～ K37+900	100	0.04	96.04	优	1.37	82.91	良	0.15	93.21	优
10	K37+900 ～ K38+000	100	0.66	87.37	良	0.64	87.52	良	0.64	87.52	良
11	K38+000 ～ K38+100	100	0.38	89.97	良	0.40	89.72	良	0.40	89.72	良
12	K38+100 ～ K38+200	100	0.14	93.30	优	0.53	88.42	良	0.14	93.30	优
13	K38+200 ～ K38+300	100	0.02	97.02	优	1.20	83.84	良	0.16	92.99	优
14	K38+300 ～ K38+400	100	0.13	93.49	优	0.56	88.15	良	0.17	92.71	优
15	K38+400 ～ K38+500	100	0.15	93.21	优	0.18	92.62	优	0.18	92.62	优
16	K38+500 ～ K38+600	100	0.00	100.00	优	0.34	90.40	优	0.04	96.04	优
17	K38+600 ～ K38+700	100	0.05	95.74	优	0.16	92.95	优	0.16	92.95	优
18	K38+700 ～ K38+800	100	0.15	93.08	优	0.25	91.48	优	0.25	91.48	优
19	K38+800 ～ K38+900	100	0.10	94.22	优	1.72	81.25	良	0.14	93.36	优
20	K38+900 ～ K39+000	100	0.12	93.77	优	0.26	91.44	优	0.25	91.52	优
21	K39+000 ～ K39+100	100	0.29	90.97	优	0.92	85.51	良	0.21	92.19	优
22	K39+100 ～ K39+200	100	0.21	92.12	优	0.42	89.52	良	0.45	89.25	良
23	K39+200 ～ K39+300	100	0.21	92.12	优	1.09	84.45	良	0.47	88.97	良
24	K39+300 ～ K39+400	100	0.02	97.02	优	1.54	82.08	良	0.06	95.32	优

序号	起讫桩号	路段长度(m)	下行								
			一车道			二车道			三车道		
			路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级	路面综合破损率	路面状况指数	评定等级
25	K39+400 ～ K39+500	100	0.05	95.66	优	0.10	94.29	优	0.12	93.68	优
26	K39+500 ～ K39+600	100	0.11	94.05	优	0.27	91.23	优	0.24	91.71	优
27	K39+600 ～ K39+700	100	0.00	100.00	优	1.09	84.48	良	0.02	97.02	优
28	K39+700 ～ K39+800	100	0.00	100.00	优	2.19	79.29	中	0.12	93.77	优
29	K39+800 ～ K39+900	100	0.09	94.33	优	0.00	100.00	优	0.24	91.71	优
30	K39+900 ～ K40+000	100	0.08	94.73	优	0.08	94.73	优	0.08	94.73	优
31	K40+000 ～ K40+100	100	0.08	94.64	优	0.12	93.74	优	0.17	92.85	优
32	K40+100 ～ K40+200	100	0.06	95.18	优	0.07	95.00	优	0.15	93.20	优
33	K40+200 ～ K40+300	100	0.08	94.58	优	0.14	93.35	优	0.11	93.91	优
34	K40+300 ～ K40+400	100	0.10	94.22	优	1.42	82.66	良	1.45	82.50	良
平均			0.16	93.82	优	0.58	89.53	良	0.29	91.81	优

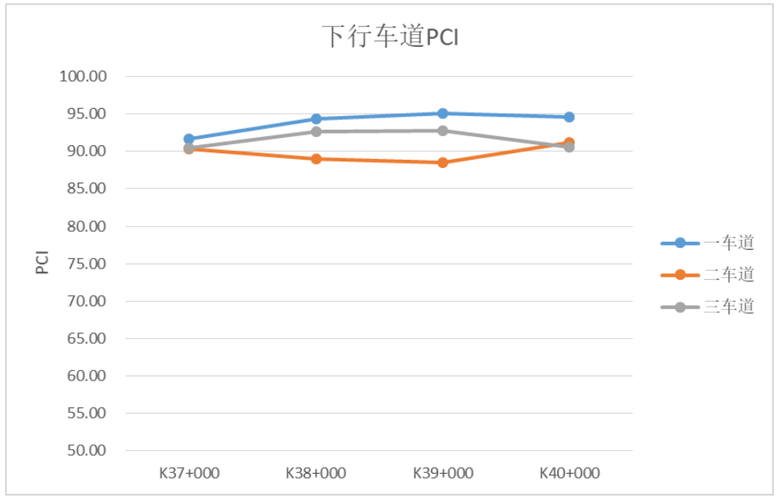


图 3-11 下行车道 PCI 随里程变化图

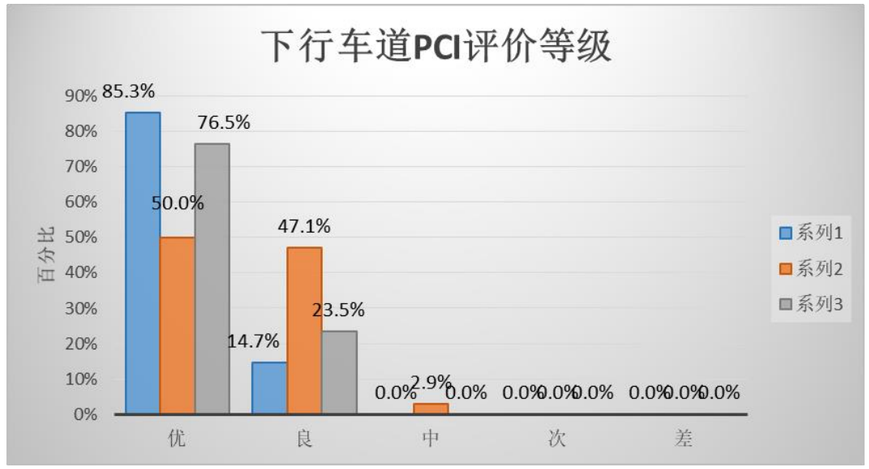
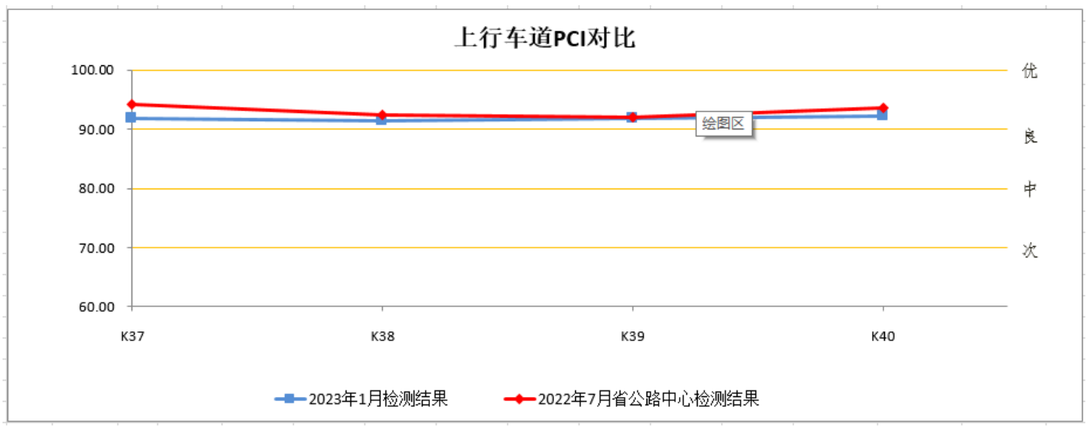


图 3-12 下行车道 PCI 评定结果图

根据下述图表可以看出下行车道中：一车道评价为“优”的路段占 85.3%，评价为“良”的路段占 14.7%，路面状况指数 PCI 平均值为 93.82，总体评价为“优”；二车道评价为“优”的路段占 50%，评价为“良”的路段占 47.1%，评价为“中”的路段占 2.9%，路面状况指数 PCI 平均值为 89.53，总体评价为“良”； 三车道评价为“优”的路段占 76.5%，评价为“良”的路段占 23.5%，路面状况指数 PCI 平均值为 91.81，总体评价为“优”。

3.与近期公路局检测指标对比分析

2023 年 1 月与 2022 年 7 月公路检测中心检测评价结果对比分析可知，双向路面破损状况相对检测评价结果病害情况相对变差，部分路段破损加剧，PCI 数值上基本在 91 上下浮动，上下行 PCI 衰减率分别为 1.2%（上行）和 1.5%（下行）。



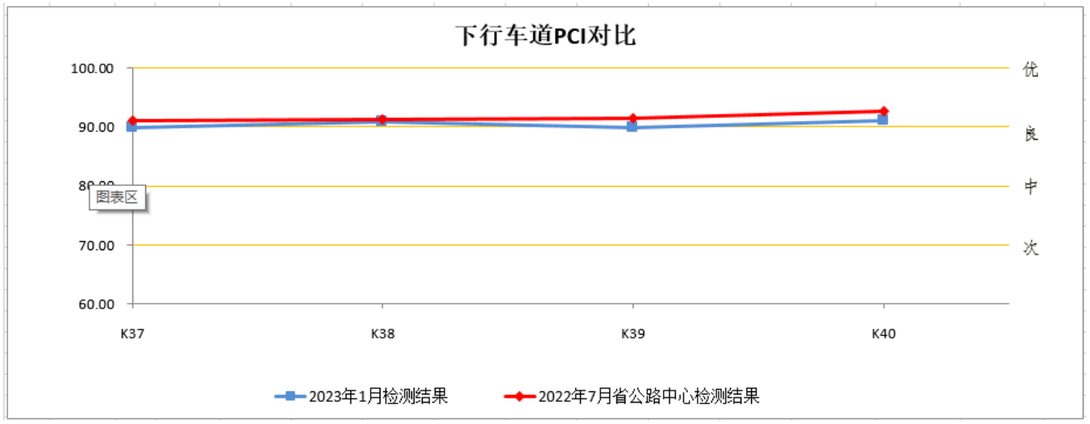


图 3-13 不同时期检测结果对比图

路面破损状况指数对比表　　表 3-12

序号	桩号			上行				下行			
				2022.07	PCI 分级	2023.01	PCI 分级	2022.07	PCI 分级	2023.01	PCI 分级
1	K37+000	～	K38+000	94.18	优	91.77	优	91.15	优	89.92	良
2	K38+000	～	K39+000	92.41	优	91.51	优	91.28	优	90.83	优
3	K39+000	～	K40+000	92.1	优	91.80	优	91.46	优	89.84	良
4	K40+000	～	K40+400	93.62	优	92.15	优	92.58	优	91.08	优

4.小结

（1）总体而言，本次检测路段路面损坏状况评价相对 2022 年 7 月公路检测中心检测结果差，路面病害有所发展，以修补为主，局部路段出现横裂、沉陷病害，部分交叉口路段存在车辙等病害。

行车道路面主要破损状况统计表　　表 3-12

评价等级		修补	车辙	横裂	沉陷
上行方向	所占百分比（%）	96	0	2	2
下行方向	所占百分比（%）	84	7	4	5
双向	所占百分比（%）	90	3.5	3	3.5

（2）路面损坏状况评价 PCI 总体状况良好，上行 PCI 评价为“优”的路段为 100%，下行 PCI 评价为 “优”的路段为 66.67%，“良”的路段为 33.33%。总体下行略差于上行。

行车道路面损坏状况指数 PCI 统计表（公里段）　　表 3-13

评价等级		优	良	中	次	差
上行方向	长度（km）	3.4	-	-	-	-
	所占百分比（%）	100.00	-	-	-	-
下行方向	长度（km）	1.4	2		-	-
	所占百分比（%）	41.18	58.82		-	-
双向	长度（km）	4.8	2		-	-
	所占百分比（%）	70.59	29.41		-	-

3.1.5 路面结构强度检测（弯沉）（PSSI）

1、沥青路面结构强度检测

我院对本项目沥青混凝土路面进行了弯沉检测，本次采用 FWD 落锤式弯沉仪进行检测对拟养护改善路面最外侧车道每隔 200m 进行了弯沉检测，并对其进行整理分析，并按照路面结构强度 PSSI 进行评价。设计弯沉为 21.4(0.01mm)计算，根据《公路路基路面现场测试规程》(JTG　3450—2019)》路面结构强度评价标准，检测结果整理如下：

1.上行车道

上行车道路面承载能力检测数据　　表 3-14

序号	桩号范围			上行车道	
				长度 (m)	代表弯沉
1	K37+000	~	K38+000	1000	11.80
2	K38+000	~	K39+000	1000	6.00
3	K39+000	~	K40+000	1000	7.80
4	K40+000	~	K40+400	400	8.90

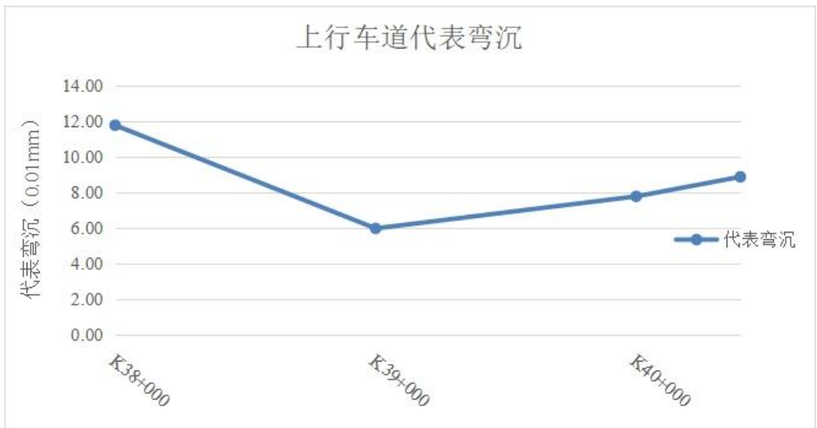


图 3-14 上行车道路面弯沉代表值曲线图

从图中可以看出，下行弯沉值大致位于 6~12 之间。

2.下行车道

下行车道路面承载能力检测数据　　表 3-15

序号	桩号范围			下行车道	
				长度	代表弯沉
				(m)	
1	K37+000	~	K38+000	1000	15.90
2	K38+000	~	K39+000	1000	6.70
3	K39+000	~	K40+000	1000	6.60
4	K40+000	~	K40+400	400	7.60

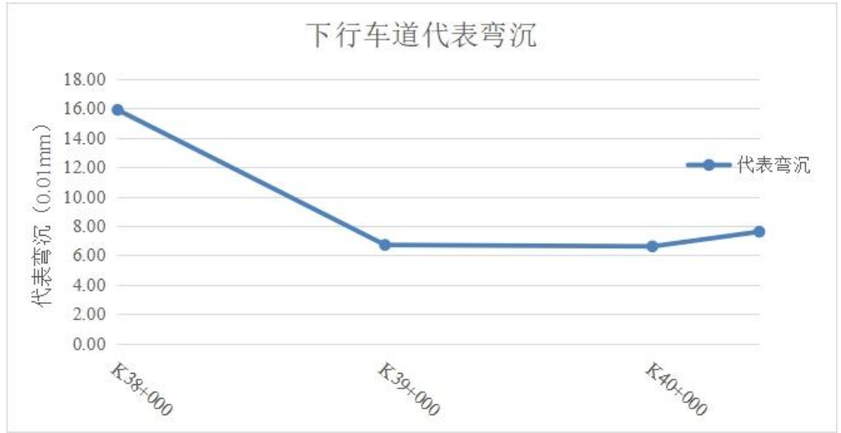


图 3-15 下行车道路面弯沉代表值曲线图

从图中可以看出，下行弯沉值大致位于 6~16 之间。

2、沥青路面强度评价

沥青路面强度采用沥青路面强度指数（PSSI）作为评价指标。

$$PSSI = \frac{100}{1 + a_0 e^{-a_1 SSI}}$$

$$SSI = \frac{l_d}{l_0}$$

l_d—路面设计弯沉（mm）；l_0—实测代表弯沉（mm）；

a_0—模型参数，采用 15.71；a_1—模型参数，采用 5.19。

沥青路面强度指数（PSSI）评价标准　　表 3-16

评定等级	优	良	中	次	差
路面强度指数 PSSI	≥90	≥80，＜90	≥70，＜80	≥60，＜70	＜60
路面结构强度系数 SSI	≥1	≥0.798，＜0.954	≥0.694，＜0.798	≥0.608，＜0.694	＜0.608

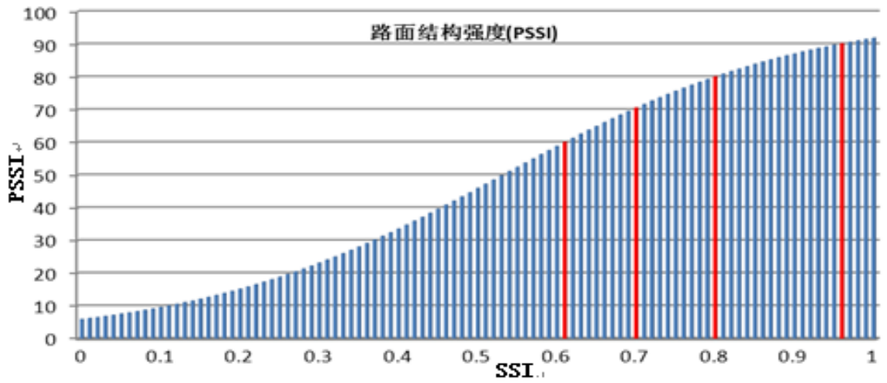


图 3-16 PSSI 随结构强度变化图

本项目沥青路面承载能力评价

1.上行车道

上行车道路面承载力评价表　　表 3-17

序号	桩号范围			上行车道			
				长度	设计与代表比值	PSSI	评价等级
				(m)	SSR		
1	K37+000	~	K38+000	1000	2.08	99.97	优
2	K38+000	~	K39+000	1000	4.10	100.00	优
3	K39+000	~	K40+000	1000	3.15	100.00	优
4	K40+000	~	K40+400	400	2.76	100.00	优

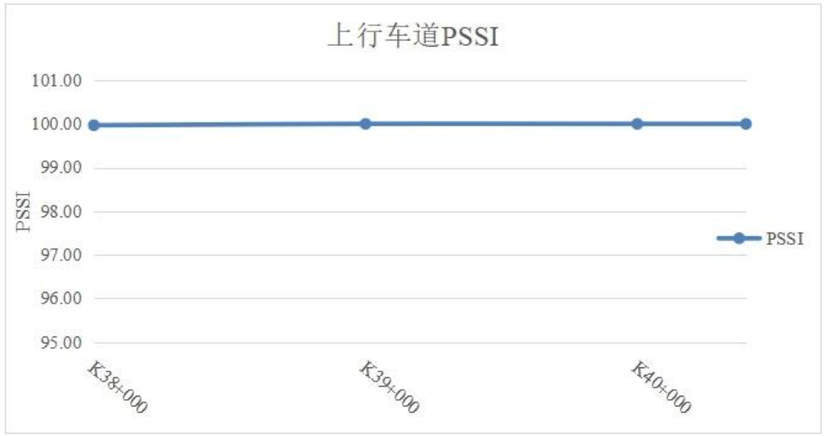


图 3-17 上行车道 PSSI 随里程变化图

本项目上行车道现状强度均相对较好，评价等级均为“优”。

2.下行车道

下行车道路面承载力评价表　　表 3-18

序号	桩号范围			下行车道			
				长度	设计与代表比值		评价等级
				(m)	SSR	PSSI	
1	K37+000	~	K38+000	1000	1.55	99.48	优
2	K38+000	~	K39+000	1000	3.67	100.00	优
3	K39+000	~	K40+000	1000	3.73	100.00	优
4	K40+000	~	K40+400	400	3.24	100.00	优



图 3-18 下行车道 PSSI 随里程变化图

本项目下行车道现状强度均相对较好，评价等级均为“优”。

3.小结

总体而言，本项目上下行路面行车道结构强度评价较好，代表弯沉值平均值分别为上行 8.58 和下行 9.48。

3.1.6 道路路面平整度检测（RQI）

沥青路面平程度用路面行驶质量评价，路面行驶质量采用质量指数（RQI）作为评价指标，行驶质量指数由国际平整度指数（IRI）计算。平整度测试采用激光断面仪进行检测。

路面行驶质量（RQI）计算方法如下：

$$RQI = \frac{100}{1 + a_0 e^{a_1 IRI}}$$

IRI——国际平整度指数；

a_0 ——一级公路采用 0.026；

a_1 ——一级公路采用 0.65；

路面行驶质量指数（RQI）等级评定标准　　表 3-19

评定等级	优	良	中	次	差
路面行驶质量指数 RQI	≥ 90	≥ 80，＜90	≥ 70，＜80	≥ 60，＜70	＜60
国际平整度指数 IRI	≤2.3	＞2.3，≤3.5	＞3.5，≤4.3	＞4.3，≤5.0	＞5.0

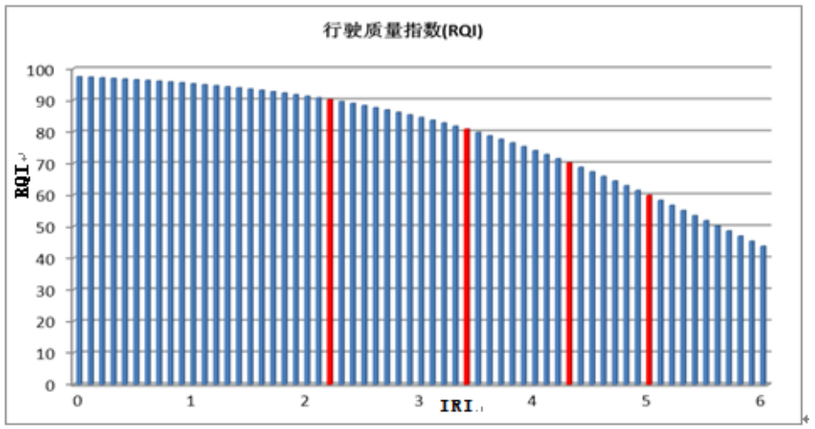


图 3-19 RQI 随 IRI 变化图

项目组根据 2023 年 1 月的检测数据对项目路段上下行车道按每百米路面行驶质量 RQI 进行了统计，总体评价情况见以下图表。

1.上行车道

上行车道路面行驶质量评定表　　表 3-20

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			IRI	RQI	评价	IRI	RQI	评价	IRI	RQI	评价
K37+000	～	K37+100	1.42	93.85	优	1.24	94.50	优	1.22	94.57	优
K37+100	～	K37+200	1.63	93.01	优	1.56	93.32	优	1.38	94.00	优
K37+200	～	K37+300	2.28	89.73	良	2.18	90.30	优	2.08	90.88	优
K37+300	～	K37+400	2.71	86.84	良	2.79	86.29	良	2.71	86.83	良
K37+400	～	K37+500	2.71	86.84	良	2.79	86.29	良	2.71	86.83	良
K37+500	～	K37+600	1.50	93.54	优	1.63	93.04	优	1.52	93.48	优
K37+600	～	K37+700	1.20	94.62	优	1.16	94.77	优	1.32	94.21	优
K37+700	～	K37+800	1.81	92.24	优	3.18	83.00	良	3.06	84.00	良
K37+800	～	K37+900	2.92	85.24	良	2.94	85.09	良	2.92	85.24	良
K37+900	～	K38+000	2.75	86.58	良	2.74	86.59	良	2.86	85.72	良
K38+000	～	K38+100	3.89	75.43	中	3.83	76.19	中	3.86	75.75	中
K38+100	～	K38+200	2.66	87.19	良	2.78	86.35	良	2.69	87.00	良
K38+200	～	K38+300	2.41	88.96	良	2.27	89.79	良	2.44	88.70	良
K38+300	～	K38+400	1.07	95.05	优	1.32	94.21	优	0.99	95.29	优
K38+400	～	K38+500	2.82	86.00	良	1.27	94.41	优	1.07	95.03	优
K38+500	～	K38+600	1.31	94.26	优	1.27	94.40	优	1.25	94.45	优
K38+600	～	K38+700	1.30	94.30	优	1.33	94.19	优	1.39	93.97	优
K38+700	～	K38+800	1.18	94.70	优	1.08	95.02	优	1.31	94.27	优
K38+800	～	K38+900	1.61	93.11	优	1.75	92.52	优	1.80	92.29	优
K38+900	～	K39+000	1.12	94.91	优	1.19	94.66	优	1.37	94.05	优
K39+000	～	K39+100	1.77	92.41	优	1.65	92.95	优	1.83	92.12	优
K39+100	～	K39+200	2.36	89.27	良	2.39	89.04	良	2.38	89.10	良
K39+200	～	K39+300	2.82	86.00	良	2.82	86.00	良	3.06	84.00	良
K39+300	～	K39+400	1.46	93.69	优	1.77	92.40	优	1.47	93.67	优
K39+400	～	K39+500	1.34	94.14	优	1.14	94.84	优	1.14	94.82	优
K39+500	～	K39+600	1.47	93.65	优	1.62	93.08	优	1.78	92.38	优
K39+600	～	K39+700	1.28	94.37	优	1.39	93.96	优	1.12	94.90	优
K39+700	～	K39+800	1.40	93.95	优	1.64	93.00	优	1.62	93.07	优
K39+800	～	K39+900	1.80	92.27	优	1.90	91.78	优	1.81	92.21	优
K39+900	～	K40+000	1.87	91.95	优	1.84	92.09	优	1.95	91.55	优
K40+000	～	K40+100	1.74	92.53	优	1.80	92.29	优	1.74	92.56	优
K40+100	～	K40+200	3.14	83.36	良	3.15	83.21	良	2.76	86.50	良
K40+200	～	K40+300	3.46	80.25	良	3.46	80.27	良	3.53	79.45	中
K40+300	～	K40+400	1.94	91.58	优	1.75	92.51	优	1.86	91.97	优
平均值			2.00	90.46	优	2.02	90.36	优	2.00	90.44	优

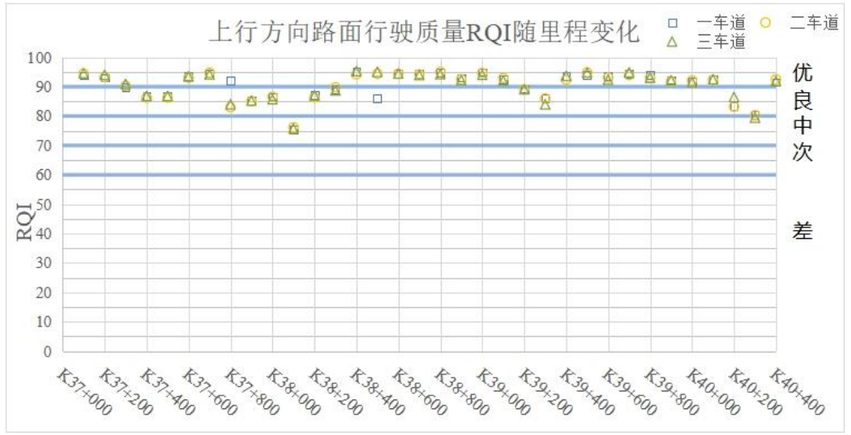


图 3-20 上行车道 RQI 随里程变化图

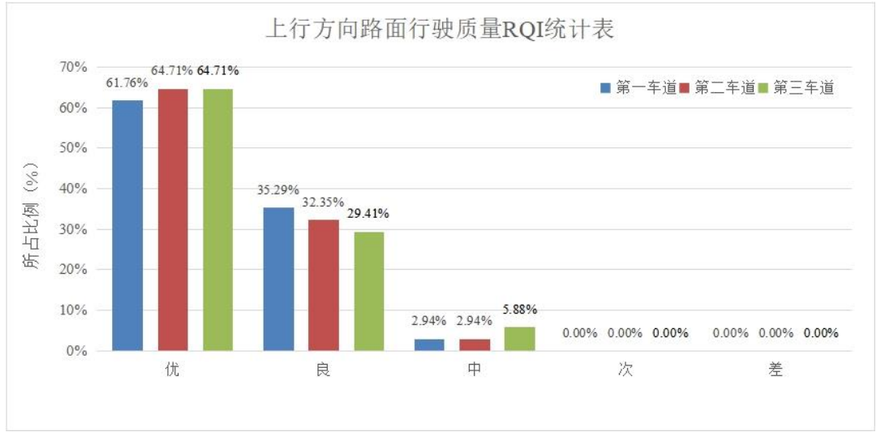


图 3-21 上行方向路面行驶质量百米段等级评价统计

上行方向路面行驶质量 RQI 统计表（百米段）　　表 3-21

评价等级		优	良	中	次	差
第一车道	长度（km）	2.1	1.2	0.1	0	0
	所占比例	61.76%	35.29%	2.94%	0.00%	0.00%

第二车道	长度（km）	2.2	1.1	0.1	0	0
	所占比例	64.71%	32.35%	2.94%	0.00%	0.00%
第三车道	长度（km）	2.2	1	0.2	0	0
	所占比例（%）	64.71%	29.41%	5.88%	0.00%	0.00%

从上述图表可知，本项目上行第一车道 RQI 平均值为 90.46，评价为“优”，上行第二车道 RQI 平均值为 90.36，评价为“优”，上行第三车道 RQI 平均值为 90.44，评价为“优”。

从上下行方向路面行驶质量等级评价中可以看出，上行第一车道路面行驶质量评价为“优、良、中”分别占比 61.76%、35.29%、2.94%，其中中及以下水平占比为 2.94%；上行第二车道路面行驶质量评价为“优、良、中”分别占比 64.71%、32.35%、2.94%，其中中及以下水平占比为 2.94%；上行第三车道路面行驶质量评价为“优、良、中”分别占比 64.71%、29.41%、5.88%，其中中及以下水平占比为 5.88%。

2.下行车道

下行车道路面行驶质量评定表　　表 3-22

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			IRI	RQI	评价	IRI	RQI	评价	IRI	RQI	评价
K37+000	～	K37+100	1.51	93.51	优	1.15	94.81	优	1.14	94.82	优
K37+100	～	K37+200	1.82	92.19	优	1.81	92.25	优	1.75	92.48	优
K37+200	～	K37+300	2.60	87.67	良	2.71	86.88	良	2.59	87.74	良
K37+300	～	K37+400	2.82	86.00	良	2.69	87.00	良	4.73	63.97	次
K37+400	～	K37+500	1.56	93.30	优	1.64	93.00	优	1.60	93.14	优
K37+500	～	K37+600	1.37	94.05	优	1.36	94.09	优	1.44	93.79	优
K37+600	～	K37+700	1.61	93.11	优	1.80	92.28	优	1.70	92.71	优
K37+700	～	K37+800	2.65	87.32	良	2.47	88.53	良	2.55	88.03	良
K37+800	～	K37+900	4.46	67.90	次	4.51	67.25	次	4.48	67.59	次
K37+900	～	K38+000	3.58	79.01	中	3.60	78.71	中	3.55	79.24	中
K38+000	～	K38+100	4.26	70.63	中	4.30	70.18	中	4.32	69.89	次
K38+100	～	K38+200	4.00	74.02	中	3.06	84.00	良	3.97	74.48	中
K38+200	～	K38+300	1.85	92.02	优	1.90	91.78	优	2.04	91.06	优
K38+300	～	K38+400	2.22	90.08	优	2.17	90.38	优	2.26	89.84	良
K38+400	～	K38+500	3.21	82.67	良	3.18	82.94	良	3.08	83.83	良
K38+500	～	K38+600	2.07	90.92	优	2.05	91.01	优	2.15	90.47	优
K38+600	～	K38+700	1.24	94.49	优	1.15	94.80	优	1.13	94.87	优
K38+700	～	K38+800	3.29	81.96	良	3.24	82.44	良	3.18	83.00	良
K38+800	～	K38+900	2.79	86.27	良	2.67	87.12	良	2.73	86.71	良
K38+900	～	K39+000	3.29	81.90	良	3.21	82.71	良	3.27	82.15	良
K39+000	～	K39+100	3.23	82.51	良	3.22	82.56	良	3.16	83.16	良
K39+100	～	K39+200	2.30	89.59	良	2.31	89.53	良	2.28	89.75	良
K39+200	～	K39+300	3.90	75.26	中	2.82	86.00	良	3.18	83.00	良
K39+300	～	K39+400	2.16	90.45	优	2.24	89.97	良	2.24	89.95	良
K39+400	～	K39+500	2.29	89.64	良	2.16	90.40	优	2.29	89.67	良
K39+500	～	K39+600	4.08	73.08	中	4.07	73.24	中	4.10	72.75	中
K39+600	～	K39+700	4.26	70.74	中	2.82	86.00	良	4.27	70.51	中
K39+700	～	K39+800	3.04	84.17	良	3.14	83.32	良	3.13	83.38	良
K39+800	～	K39+900	1.66	92.91	优	1.77	92.41	优	1.67	92.85	优
K39+900	～	K40+000	1.18	94.71	优	1.13	94.86	优	1.30	94.30	优
K40+000	～	K40+100	0.91	95.53	优	0.99	95.28	优	0.89	95.56	优
K40+100	～	K40+200	1.77	92.41	优	1.81	92.25	优	1.77	92.41	优
K40+200	～	K40+300	2.95	85.00	良	2.82	86.00	良	2.89	85.50	良
K40+300	～	K40+400	1.79	92.33	优	1.57	93.27	优	1.70	92.73	优
平均值			2.58	86.10	良	2.46	87.27	良	2.60	85.74	良

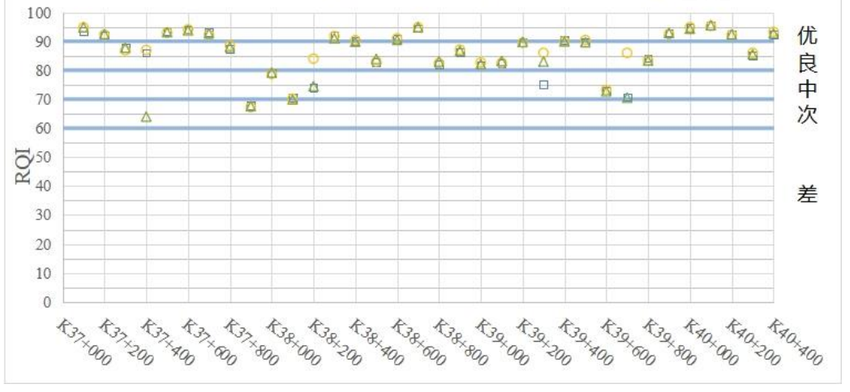


图 3-22 下行车道 RQI 随里程变化图

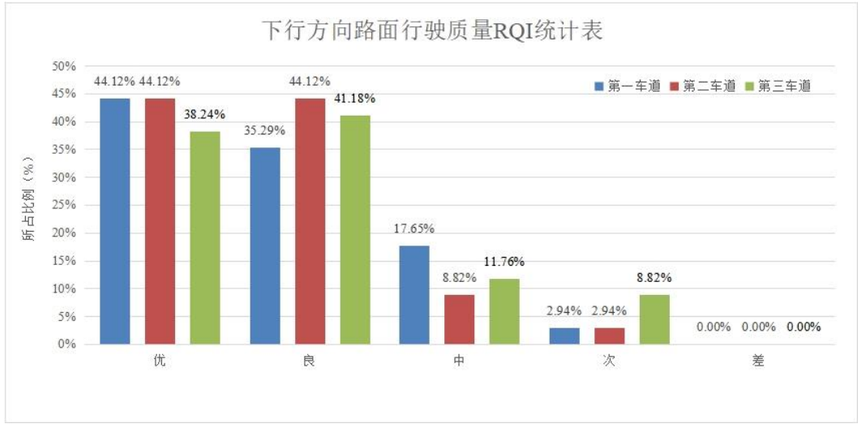


图 3-23 方向路面行驶质量百米段等级评价统计

下行方向路面行驶质量 RQI 统计表（百米段）　　表 3-23

评价等级		优	良	中	次	差
第一车道	长度（km）	1.5	1.2	0.6	0.1	0
	所占比例	44.12%	35.29%	17.65%	2.94%	0.00%
第二车道	长度（km）	1.5	1.5	0.3	0.1	0
	所占比例	44.12%	44.12%	8.82%	2.94%	0.00%
第三车道	长度（km）	1.3	1.4	0.4	0.3	0
	所占比例	38.24%	41.18%	11.76%	8.82%	0.00%

从上述图表可知，本项目下行第一车道 RQI 平均值为 86.10，评价为“良”，下行第二车道 RQI 平均值为 87.27，评价为“良”，下行第三车道 RQI 平均值为 85.74，评价为“良”。

从下行方向路面行驶质量等级评价中可以看出，第一车道路面行驶质量评价为“优、良、中、次”分别占比 44.12%、35.29%、17.65%、2.94%，其中中及以下水平占比为 20.59%；第二车道路面行驶质量评价为“优、良、中、次”分别占比比 44.12%、44.12%、8.82%、2.94%，其中中及以下水平占比为 11.76%；第三车道路面行驶质量评价为“优、良、中、次”分别占比比 38.24%、41.18%、11.76%、8.82%，其中中及以下水平占比为 20.59%。

整体而言，本次检测路段的路面行驶质量 RQI 评价尚可，上行车道总体评价为“优”，RQI 平均值为 90.39；下行车道总体评价为“良”，RQI 平均值为 85.91。

3. 与近期省公路事业发展中心检测指标对比

项目组针对本次行车道检测数据指标与 2022 年 7 月省公路事业发展中心检测指标进行对比分析，具体结果如下：

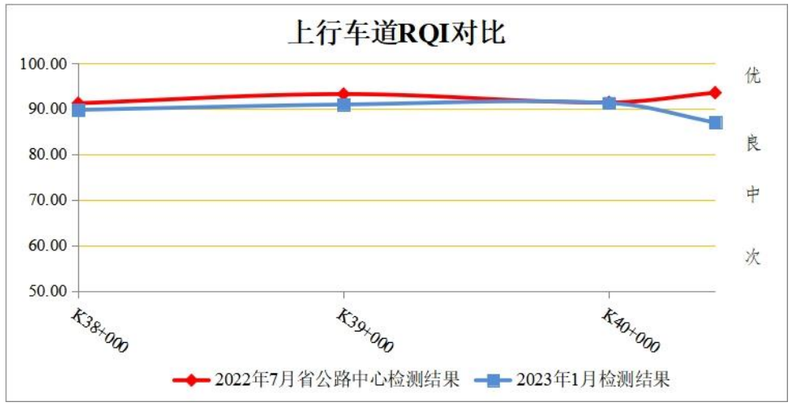


图 3-24 上行方向本次检测数据与省中心检测数据对比分析

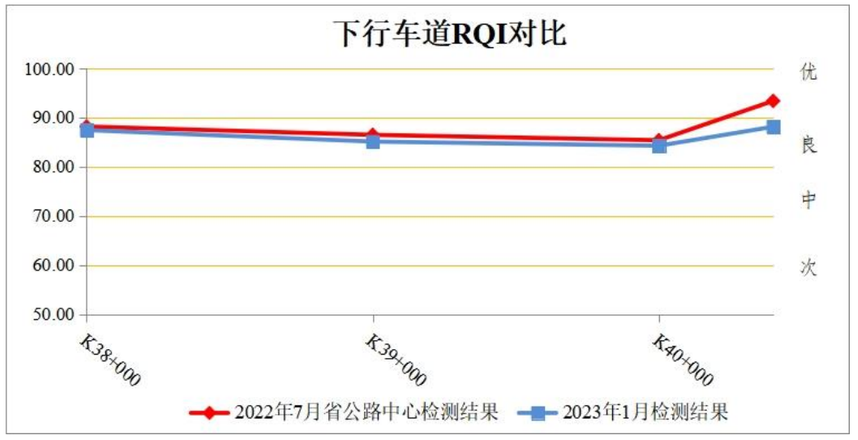


图 3-25 下行方向本次检测数据与省中心检测数据对比分析

与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析可知，本次设计路段路面行驶质量评价均有一定幅度下降，上行衰减率为 1.83%，下行衰减率为 1.78%。相比上行 RQI 值衰减略大。

3.1.7 路面车辙检测 （RDI）

路面车辙采用路面车辙深度指数 RDI 进行评价。沥青路面车辙深度指数采用激光断面仪进行检测。

$$RDI=\begin{cases}100-a_0RD & (RD\le RD_a)\\ 90-a_1(RD-RD_a) & (RD_a<RD\le RD_b)\\ 0 & (RD>RD_b)\end{cases}$$

RD——车辙深度；

RDa——车辙深度参数，采用 10mm；

RDb——车辙深度参数，采用 40mm；

a_0——模型参数，采用 1.0；

a_1——模型参数，采用 3.0。

路面车辙深度指数等级评定标准　　表 3-24

评定等级	优	良	中	次	差
路面车辙深度指数 RDI	≥ 90	≥ 80，＜90	≥ 70，＜80	≥ 60，＜70	＜60
车辙深度 RD	≤10	＞10，≤13.3	＞13.3，≤16.7	＞16.7，≤20	＞20

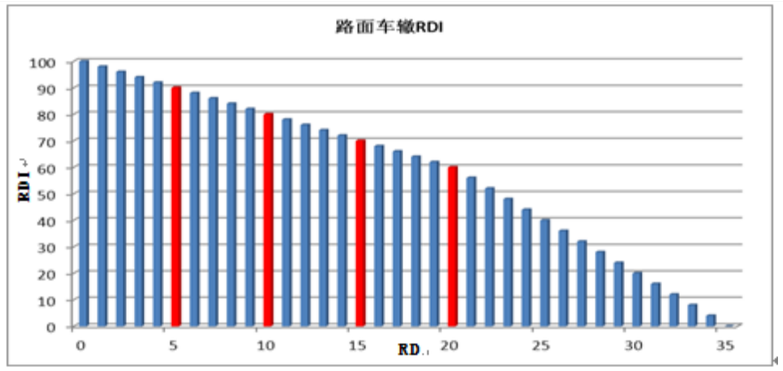


图 3-26 RDI 随车辙深度变化图

项目组根据 2023 年 1 月的检测数据对项目路段上下行车道按每百米路面车辙状况进行了统计，总体评价情况见以下图表。

1.上行车道

上行车道路面车辙深度指数等级评定表　　表 3-25

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			RD（mm）	RDI	评价	RD（mm）	RDI	评价	RD（mm）	RDI	评价
K37+000	～	K37+100	5.10	94.90	优	5.17	94.83	优	7.81	92.19	优
K37+100	～	K37+200	4.49	95.51	优	3.31	96.69	优	8.06	91.94	优
K37+200	～	K37+300	8.87	91.13	优	7.59	92.41	优	6.40	93.60	优
K37+300	～	K37+400	7.83	92.17	优	7.74	92.26	优	5.31	94.69	优
K37+400	～	K37+500	5.62	94.38	优	5.34	94.66	优	5.41	94.59	优
K37+500	～	K37+600	5.39	94.61	优	4.55	95.45	优	5.81	94.19	优
K37+600	～	K37+700	5.74	94.26	优	5.48	94.52	优	8.94	91.06	优
K37+700	～	K37+800	5.97	94.03	优	6.24	93.76	优	14.36	76.92	中
K37+800	～	K37+900	7.69	92.31	优	7.73	92.27	优	5.86	94.14	优
K37+900	～	K38+000	14.07	77.80	中	14.33	77.03	中	5.58	94.42	优
K38+000	～	K38+100	5.85	94.15	优	5.98	94.02	优	4.33	95.67	优
K38+100	～	K38+200	5.76	94.24	优	5.01	94.99	优	4.04	95.96	优
K38+200	～	K38+300	4.00	96.00	优	4.00	96.00	优	4.25	95.75	优
K38+300	～	K38+400	3.47	96.53	优	3.67	96.33	优	3.47	96.53	优
K38+400	～	K38+500	3.56	96.44	优	2.92	97.08	优	3.43	96.57	优
K38+500	～	K38+600	3.19	96.81	优	4.10	95.90	优	3.34	96.66	优
K38+600	～	K38+700	3.35	96.65	优	3.79	96.21	优	4.43	95.57	优
K38+700	～	K38+800	4.03	95.97	优	3.22	96.78	优	3.73	96.27	优
K38+800	～	K38+900	4.10	95.90	优	4.28	95.72	优	6.18	93.82	优
K38+900	～	K39+000	3.36	96.64	优	4.37	95.63	优	3.74	96.26	优
K39+000	～	K39+100	6.78	93.22	优	5.79	94.21	优	8.48	91.52	优
K39+100	～	K39+200	4.16	95.84	优	3.32	96.68	优	3.99	96.01	优
K39+200	～	K39+300	9.40	90.60	优	14.89	75.33	中	4.03	95.97	优
K39+300	～	K39+400	3.75	96.25	优	13.73	78.81	中	2.47	97.53	优
K39+400	～	K39+500	4.09	95.91	优	4.01	95.99	优	2.44	97.56	优
K39+500	～	K39+600	2.80	97.20	优	2.85	97.15	优	4.47	95.53	优
K39+600	～	K39+700	2.84	97.16	优	2.54	97.46	优	2.36	97.64	优
K39+700	～	K39+800	4.98	95.02	优	12.16	83.51	良	4.41	95.59	优
K39+800	～	K39+900	2.88	97.12	优	3.34	96.66	优	5.02	94.98	优
K39+900	～	K40+000	4.09	95.91	优	4.37	95.63	优	5.02	94.98	优
K40+000	～	K40+100	4.36	95.64	优	5.09	94.91	优	4.53	95.47	优
K40+100	～	K40+200	7.01	92.99	优	8.00	92.00	优	7.58	92.42	优
K40+200	～	K40+300	8.11	91.89	优	8.77	91.23	优	8.97	91.03	优
K40+300	～	K40+400	4.98	95.02	优	14.85	75.45	中	15.81	72.58	中
平均值			5.34	94.42	优	6.25	92.58	优	5.71	93.69	优

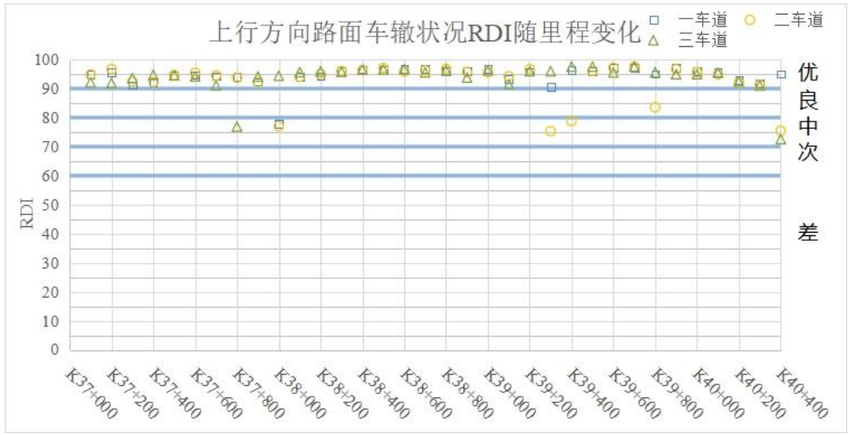


图 3-27 上行车道 RDI 随里程变化图

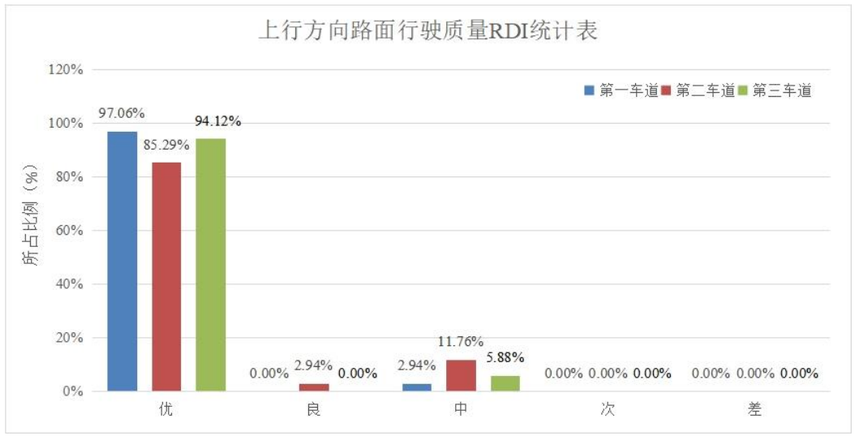


图 3-28 上行方向路面车辙状况百米段等级评价统计

上行方向路面车辙状况 RDI 统计表（百米段）　　表 3-26

评价等级		优	良	中	次	差
第一车道	长度（km）	3.3	0	0.1	0	0
	所占比例	97.06%	0.00%	2.94%	0.00%	0.00%
第二车道	长度（km）	2.9	0.1	0.4	0.0	0.0
	所占比例	85.29%	2.94%	11.76%	0.00%	0.00%
第三车道	长度（km）	3.2	0	0.2	0	0
	所占比例	94.12%	0.00%	5.88%	0.00%	0.00%

从上述图表可知，本项目上行第一车道 RDI 平均值为 94.42，评价为“优”，上行第二车道 RDI 平均值为 92.58，评价为“优”，上行第三车道 RDI 平均值为 93.69，评价为“优”。

从上行方向路面车辙深度指数等级评价中可以看出，第一车道路面车辙深度指数等级评价为“优、中”分别占比 97.06%、2.94%，其中中及以下水平占比 2.94%；第二车道路面车辙深度指数等级评价为“优、良、中”分别占比 85.29%、2.94%、11.76%，其中中及以下水平占比为 11.76%；第三车道路面车辙深度指数等级评价为“优、中”分别占比 94.12%、5.88%，其中中及以下水平占比为 5.88%。

2.下行车道

下行车道路面车辙深度指数等级评定表　　表 3-27

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			RD（mm）	RDI	评价	RD（mm）	RDI	评价	RD（mm）	RDI	评价
K37+000	～	K37+100	10.03	89.90	良	10.09	89.74	良	9.88	90.12	优
K37+100	～	K37+200	10.07	89.79	良	9.50	90.50	优	9.56	90.44	优
K37+200	～	K37+300	5.81	94.19	优	5.82	94.18	优	6.56	93.44	优
K37+300	～	K37+400	10.04	89.88	良	9.99	90.01	优	9.35	90.65	优
K37+400	～	K37+500	7.74	92.26	优	7.37	92.63	优	7.54	92.46	优
K37+500	～	K37+600	8.30	91.70	优	8.91	91.09	优	9.37	90.63	优
K37+600	～	K37+700	9.08	90.92	优	9.32	90.68	优	9.30	90.70	优
K37+700	～	K37+800	6.38	93.62	优	6.82	93.18	优	6.89	93.11	优
K37+800	～	K37+900	5.71	94.29	优	5.52	94.48	优	5.19	94.81	优
K37+900	～	K38+000	4.18	95.82	优	4.93	95.07	优	4.17	95.83	优
K38+000	～	K38+100	4.76	95.24	优	10.18	89.45	良	4.00	96.00	优
K38+100	～	K38+200	4.04	95.96	优	3.56	96.44	优	4.18	95.82	优
K38+200	～	K38+300	4.56	95.44	优	10.60	88.21	良	5.74	94.26	优
K38+300	～	K38+400	4.51	95.49	优	5.19	94.81	优	5.23	94.77	优
K38+400	～	K38+500	3.52	96.48	优	3.75	96.25	优	3.48	96.52	优
K38+500	～	K38+600	4.69	95.31	优	4.72	95.28	优	5.15	94.85	优
K38+600	～	K38+700	5.66	94.34	优	5.25	94.75	优	6.18	93.82	优
K38+700	～	K38+800	4.54	95.46	优	4.27	95.73	优	5.40	94.60	优
K38+800	～	K38+900	6.47	93.53	优	6.04	93.96	优	6.26	93.74	优
K38+900	～	K39+000	6.42	93.58	优	5.74	94.26	优	6.74	93.26	优
K39+000	～	K39+100	9.82	90.18	优	10.05	89.85	良	9.94	90.06	优
K39+100	～	K39+200	7.43	92.57	优	8.00	92.00	优	7.82	92.18	优
K39+200	～	K39+300	5.08	94.92	优	4.72	95.28	优	4.65	95.35	优
K39+300	～	K39+400	6.31	93.69	优	5.83	94.17	优	5.63	94.37	优
K39+400	～	K39+500	9.00	91.00	优	9.62	90.38	优	9.20	90.80	优
K39+500	～	K39+600	11.32	86.04	良	11.43	85.71	良	11.53	85.42	良
K39+600	～	K39+700	4.43	95.57	优	5.34	94.66	优	4.48	95.52	优

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			RD（mm）	RDI	评价	RD（mm）	RDI	评价	RD（mm）	RDI	评价
K39+700	～	K39+800	3.39	96.61	优	3.34	96.66	优	4.64	95.36	优
K39+800	～	K39+900	3.73	96.27	优	4.56	95.44	优	7.82	92.18	优
K39+900	～	K40+000	3.73	96.27	优	4.56	95.44	优	7.82	92.18	优
K40+000	～	K40+100	4.18	95.82	优	3.05	96.95	优	3.67	96.33	优
K40+100	～	K40+200	6.53	93.47	优	7.45	92.55	优	7.49	92.51	优
K40+200	～	K40+300	5.10	94.91	优	5.63	94.37	优	5.69	94.31	优
K40+300	～	K40+400	6.23	93.77	优	15.25	74.26	中	15.56	73.32	中
平均值			6.26	93.66	优	6.95	92.60	优	6.94	92.64	优

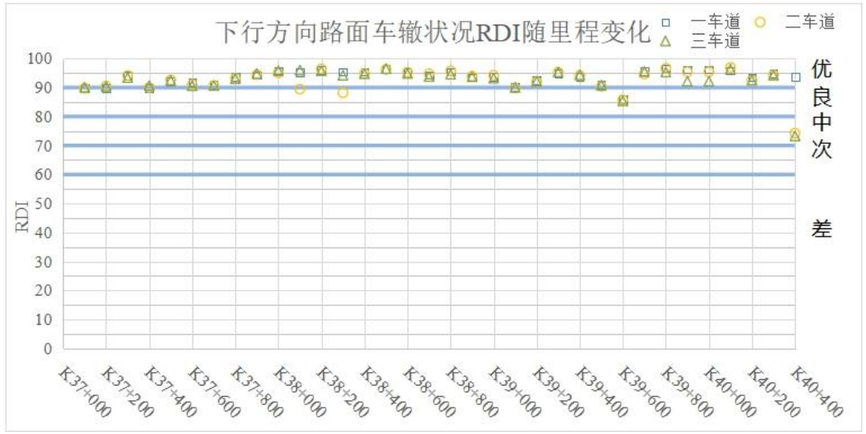


图 3-29 下行车道 RDI 随里程变化图

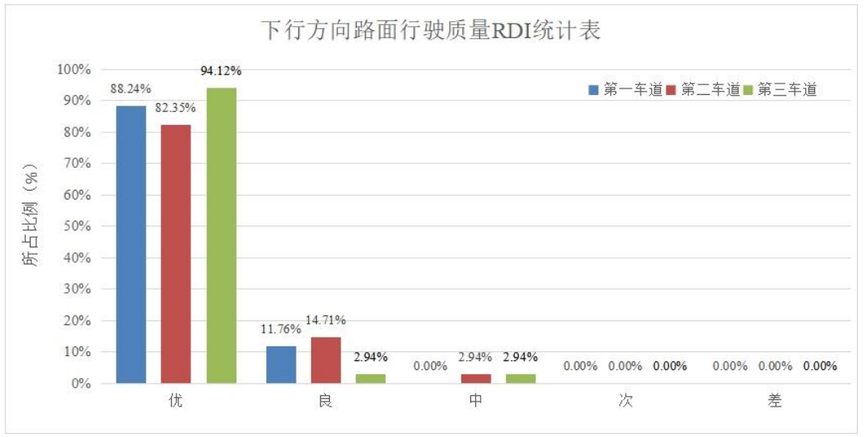


图 3-30 下行方向路面车辙状况百米段等级评价统计

下行方向路面车辙状况 RDI 统计表（百米段）　　表 3-28

评价等级		优	良	中	次	差
第一车道	长度（km）	3.0	0.4	0.0	0.0	0.0
	所占比例	88.24%	11.76%	0.00%	0.00%	0.00%
第二车道	长度（km）	2.8	0.5	0.1	0	0
	所占比例	82.35%	14.71%	2.94%	0.00%	0.00%
第三车道	长度（km）	3.2	0.1	0.1	0	0
	所占比例（%）	94.12%	2.94%	2.94%	0.00%	0.00%

从上述图表可知，本项目下行第一车道 RDI 平均值为 93.66，评价为“优”，下行第二车道 RDI 平均值为 92.60，评价为“优”，下行第三车道 RDI 平均值为 92.64，评价为“优”。

从下行方向路面车辙深度指数等级评价中可以看出，第一车道路面车辙深度指数等级评价为“优、良”分别占比 88.24%、11.76%；第二车道路面车辙深度指数等级评价为“优、良、中”分别占比 82.35%、14.71%、2.94%，其中中及以下水平占比 2.94%；第三车道路面车辙深度指数等级评价为“优、良、中”分别占比 94.12%、2.94%、2.94%，其中中及以下水平占比 2.94%。

整体而言，本次检测路段的路面车辙状况 RDI 评价尚可，上行车道总体评价为“优”，RDI 平均值为 93.56；下行车道总体评价为“优”，RDI 平均值为 92.97。

3.与近期省公路事业发展中心检测指标对比

项目组针对本次行车道检测数据指标与 2022 年 7 月省公路事业发展中心检测指标进行对比分析，具体结果如下：

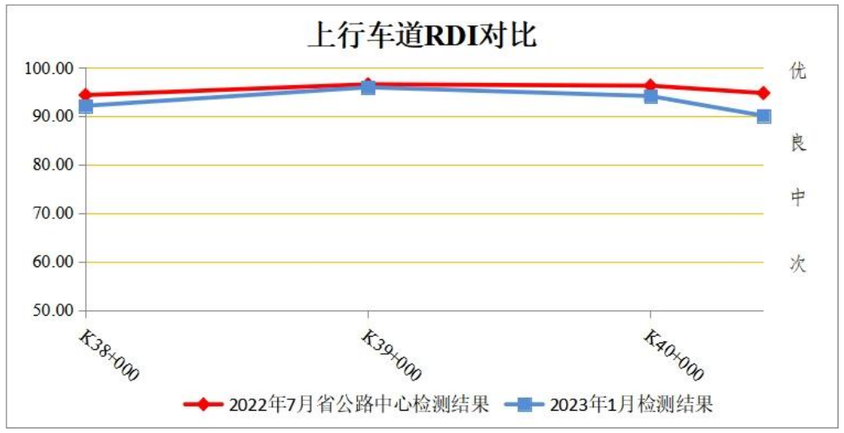


图 3-31 上行方向本次检测数据与省中心检测数据对比分析

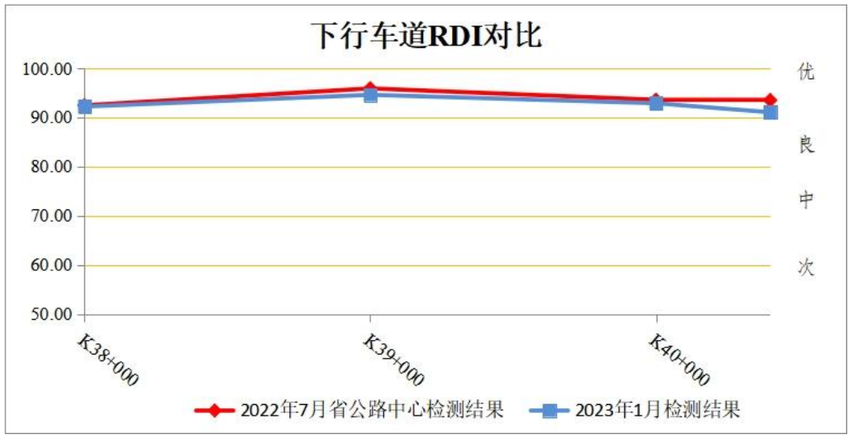


图 3-32 下行方向本次检测数据与省中心检测数据对比分析

与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析可知，本次设计路段路面车辙状况均有一定幅度下降，上行下降了 2.10%，下行下降了 1.01%。

3.1.7 路面抗滑性能检测（SRI）

本项目沥青路面抗滑性能检测采用横向摩阻力检测车检测路面横向力系数 SFC，然后对路面进行抗滑性能（SRI）评价。

$$SRI = \frac{100 - SRI_{\min}}{1 + a_0 e^{a_1 \cdot SFC}} + SRI_{\min}$$

SFC——横向力系数；

SRImin——标定参数，采用 35.0；

a_0 ——模型参数，采用 28.6；

a_1 ——模型参数，采用-0.105。

路面抗滑性能指数等级评定标准　　表 3-29

评定等级	优	良	中	次	差
路面抗滑性能指数 SRI	≥90	≥80，＜90	≥70，＜80	≥60，＜70	＜60
横向力系数 SFC	≥48	≥40，＜48	≥33.5，＜40	≥27.5，＜33.5	＜27.5

本项目沥青路面抗滑性能评价：

1.上行车道

上行车道路面抗滑性能指数等级评定表　　表 3-30

序号	桩号范围			横向力系数 SFC	路面抗滑性能指数 SRI	抗滑性能评价等级
1	K37+000	~	K38+000	36.90	75.79	中
2	K38+000	~	K39+000	36.84	75.68	中
3	K39+000	~	K40+000	36.86	75.72	中
4	K40+000	~	K40+400	37.39	76.55	中



图 3-33 上行车道 SRI 随里程变化图

从上述图表可以看出，上行车道路面抗滑性能评价“中”的路段 100%。上行车道 SRI 平均值为 75.73，综合评价为“中”。

2.下行车道

下行车道路面抗滑性能指数等级评定表　　表 3-31

序号	桩号范围			横向力系数 SFC	路面抗滑性能指数 SRI	抗滑性能评价等级
1	K37+000	~	K38+000	37.61	76.91	中
2	K38+000	~	K39+000	37.93	77.41	中
3	K39+000	~	K40+000	38.43	78.17	中
4	K40+000	~	K40+400	38.06	77.60	中

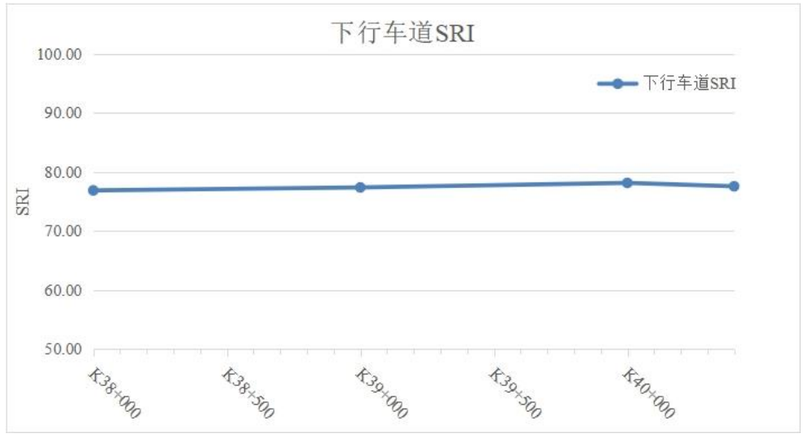


图 3-34 下行车道 SRI 随里程变化图

从上述图表可以看出，上行车道路面抗滑性能评价等级“中”的路段 100%。下行车道 SRI 平均值为 77.50，综合评价为“中”。

3.小结

整体而言，上、下行车道抗滑性能评价等级均为“中”，说明该路段抗滑性能一般，需进行改善。

3.1.8 路面跳车检测

本项目沥青路面跳车检测采用断面类检测设备，对路面跳车指数（PBI）进行评价。

$$PBI = 100 - \sum_{i=1}^{i_0} a_i PB_i$$

PBi——第 i 类程度的路面跳车；

a_i ——第 i 类程度的路面跳车单位扣分，按下表规定取值；

i ——路面跳车类型；

i_0 ——路面跳车类型总数，取 3。

路面抗滑性能指数等级评定标准　　表 3-32

类型 i	跳车程度	计量单位	单位扣分
1	轻度	处	0
2	中度		25
3	重度		50

本项目沥青路面跳车指数评价：

1.上行车道

上行车道路面跳车程度总体评定表　　表 3-33

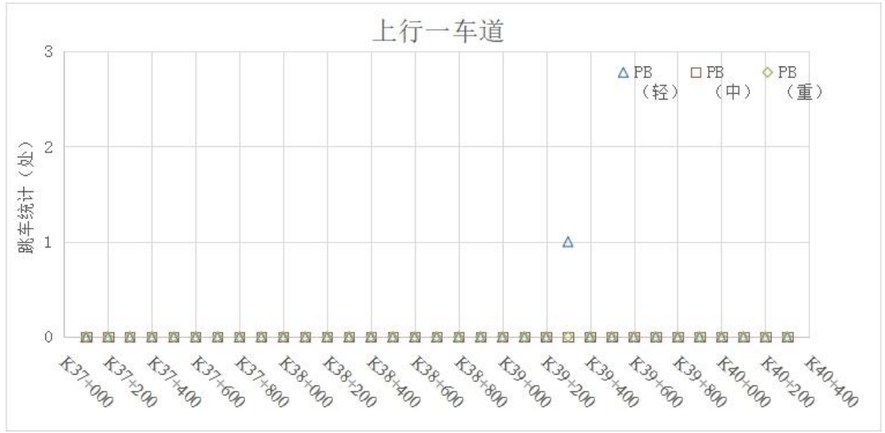
里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			PB（轻）	PB（中）	PB（重）	PB（轻）	PB（中）	PB（重）	PB（轻）	PB（中）	PB（重）
K37+000	~	K37+100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+100	~	K37+200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+200	~	K37+300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+300	~	K37+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+400	~	K37+500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+500	~	K37+600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+600	~	K37+700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+700	~	K37+800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+800	~	K37+900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+900	~	K38+000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+000	~	K38+100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+100	~	K38+200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+200	~	K38+300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+300	~	K38+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+400	~	K38+500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+500	~	K38+600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+600	~	K38+700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+700	~	K38+800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+800	~	K38+900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+900	~	K39+000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+000	~	K39+100	0	0	0	0	0	0	1	0	0
K39+100	~	K39+200	0	0	0	0	0	0		0	0
K39+200	~	K39+300	1	0	0	1	0	0	0	0	0
K39+300	~	K39+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+400	~	K39+500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+500	~	K39+600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+600	~	K39+700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+700	~	K39+800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+800	~	K39+900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+900	~	K40+000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K40+000	~	K40+100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

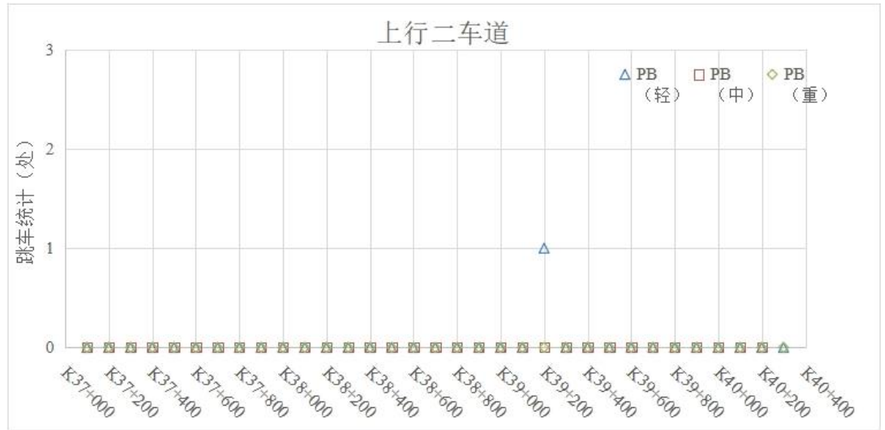
里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			PB（轻）	PB（中）	PB（重）	PB（轻）	PB（中）	PB（重）	PB（轻）	PB（中）	PB（重）
K40+100	~	K40+200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K40+200	~	K40+300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K40+300	~	K40+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计			1	0	0	1	0	0	1	0	0

上行车道路面跳车 PBI 总体评定表　　表 3-34

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价
K37+000	~	K37+100	0	100	优	0	100	优			
K37+100	~	K37+200	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+200	~	K37+300	0	100	优	0	100	优	1	100	优
K37+300	~	K37+400	0	100	优	1	100	优	0	100	优
K37+400	~	K37+500	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+500	~	K37+600	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+600	~	K37+700	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+700	~	K37+800	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+800	~	K37+900	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+900	~	K38+000	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+000	~	K38+100	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+100	~	K38+200	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+200	~	K38+300	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+300	~	K38+400	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+400	~	K38+500	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+500	~	K38+600	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+600	~	K38+700	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+700	~	K38+800	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+800	~	K38+900	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+900	~	K39+000	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+000	~	K39+100	0	100	优	0	100	优	1	100	优
K39+100	~	K39+200	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+200	~	K39+300	1	100	优	1	100	优	0	100	优
K39+300	~	K39+400	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+400	~	K39+500	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+500	~	K39+600	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+600	~	K39+700	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+700	~	K39+800	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+800	~	K39+900	0	100	优	0	100	优	0	100	优

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价
K39+900	~	K40+000	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K40+000	~	K40+100	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K40+100	~	K40+200	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K40+200	~	K40+300	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K40+300	~	K40+400	0	100	优	0	100	优	0	100	优
评价				100	优		100	优		100	优





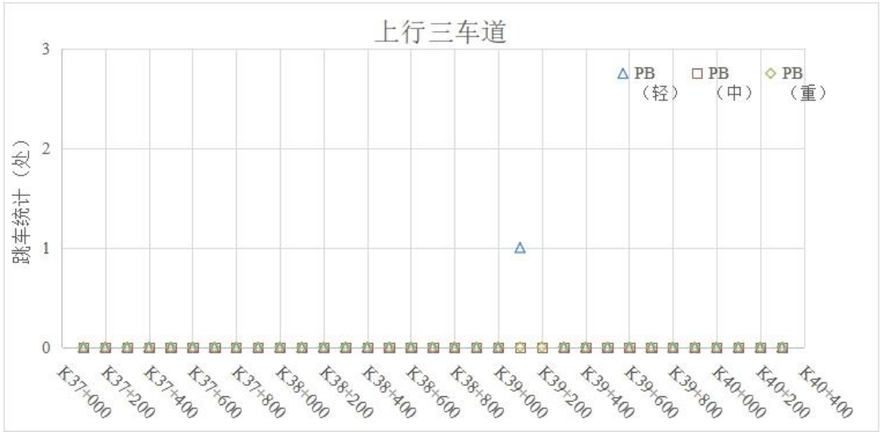


图 3-35 上行车道跳车程度统计

从上述图表可以看出，上行车道路面跳车指数评价等级均为“优”。

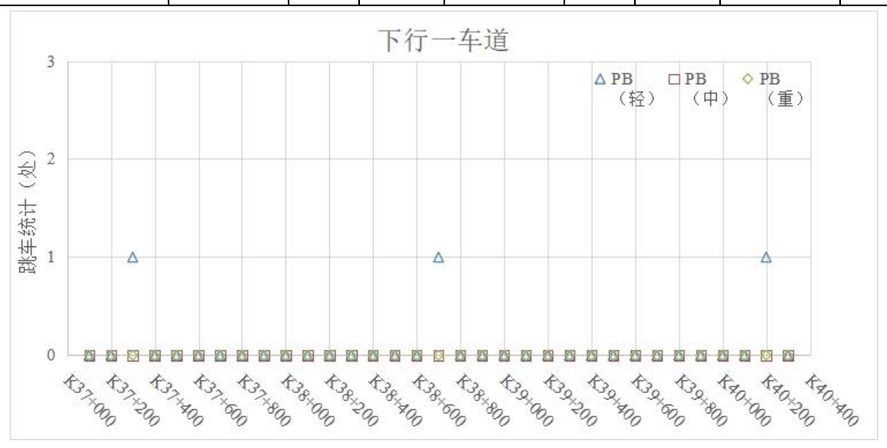
下车道路面跳车程度总体评定表　　表 3-35

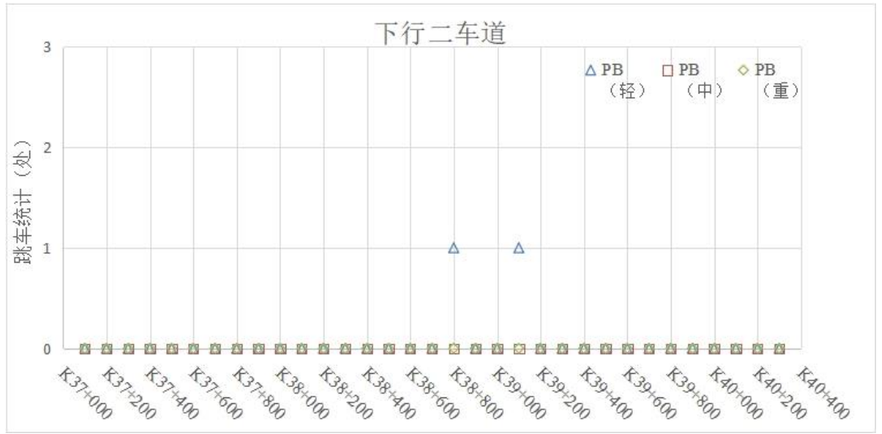
里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			PB（轻）	PB（中）	PB（重）	PB（轻）	PB（中）	PB（重）	PB（轻）	PB（中）	PB（重）
K37+000	～	K37+100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+100	～	K37+200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+200	～	K37+300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+300	～	K37+400	1	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+400	～	K37+500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+500	～	K37+600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+600	～	K37+700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+700	～	K37+800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+800	～	K37+900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K37+900	～	K38+000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+000	～	K38+100	0	0	0	0	0	0	1	0	0
K38+100	～	K38+200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+200	～	K38+300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+300	～	K38+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+400	～	K38+500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+500	～	K38+600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+600	～	K38+700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+700	～	K38+800	1	0	0	0	0	0	0	0	0
K38+800	～	K38+900	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K38+900	～	K39+000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+000	～	K39+100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+100	～	K39+200	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K39+200	～	K39+300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+300	～	K39+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+400	～	K39+500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+500	～	K39+600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+600	～	K39+700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+700	～	K39+800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+800	～	K39+900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K39+900	～	K40+000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K40+000	～	K40+100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K40+100	～	K40+200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K40+200	～	K40+300	1	0	0	0	0	0	0	0	0
K40+300	～	K40+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计			3	0	0	2	0	0	1	0	0

下行车道路面跳车 PBI 总体评定表　　表 3-36

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价
K37+000	～	K37+100	0	100	优	0	100	优			
K37+100	～	K37+200	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+200	～	K37+300	0	100	优	0	100	优	1	100	优
K37+300	～	K37+400	1	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+400	～	K37+500	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+500	～	K37+600	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+600	～	K37+700	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+700	～	K37+800	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+800	～	K37+900	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K37+900	～	K38+000	0	100	优	0	100	优	2	100	优
K38+000	～	K38+100	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+100	～	K38+200	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+200	～	K38+300	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+300	～	K38+400	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+400	～	K38+500	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+500	～	K38+600	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+600	～	K38+700	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K38+700	～	K38+800	1	100	优	0	100	优	0	100	优

里程桩号			一车道			二车道			三车道		
			扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价	扣分段（处）	PBI	评价
K38+800	～	K38+900	0	100	优	1	100	优	1	100	优
K38+900	～	K39+000	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+000	～	K39+100	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+100	～	K39+200	0	100	优	1	100	优	0	100	优
K39+200	～	K39+300	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+300	～	K39+400	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+400	～	K39+500	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+500	～	K39+600	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+600	～	K39+700	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+700	～	K39+800	0	100	优	0	100	优	0	100	优
K39+800	～	K39+900	0	100	优	0	100	优	1	100	优
K39+900	～	K40+000	0	100	优	0	100	优	2	100	优
K40+000	～	K40+100	0	100	优	0	100	优	3	100	优
K40+100	～	K40+200	0	100	优	0	100	优	4	100	优
K40+200	～	K40+300	1	100	优	0	100	优	5	100	优
K40+300	～	K40+400	0	100	优	0	100	优	6	100	优
评价			0.09	100	优	0.06	100	优	0.76	100	优





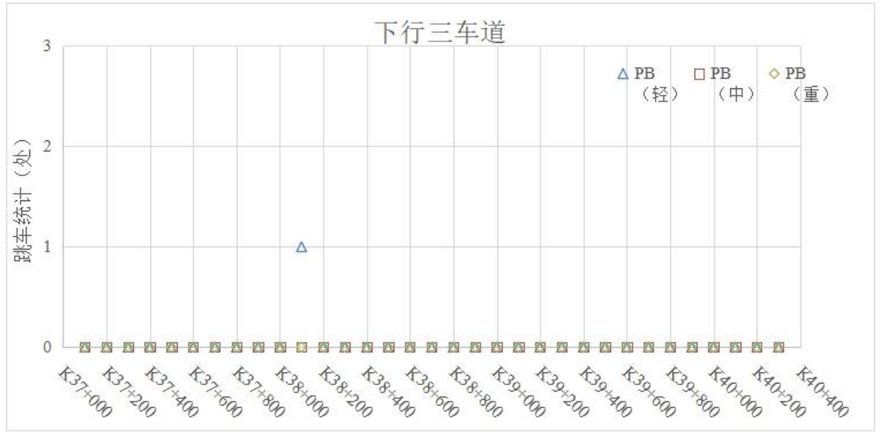


图 3-36 下行车道跳车程度统计

从上述图表可以看出，下行车道路面跳车指数评价等级为“优”。

3.1.9 原路基、桥涵结构物和沿线设施状况调查

1、现状路基调查

经调查目前项目沿线路基使用中未出现大的病害，总体使用效果较好。本工程为路面养护工程，全线不对路基进行拓宽，不涉及征地，故对路基可不予改造。

2、现状防护调查

老路一般路段为土边坡植草防护，河塘地段用地不受限制，除在设护道地段以外均设置浆砌片石护坡。部分桥头段采用挡墙防护。

根据现场调查，目前老路边坡防护状况良好，无明显病害。

3、排水设施调查

经调查，路段边设置有边沟，但边沟部分已被杂草堆满，对该部分堵塞边沟予以维护疏通，保证排水通畅。

4、中分带、侧分带侧石调查

原路中分带、侧分带侧石总体现状较好。



图 3-37 侧石现状

5、桥涵状况调查

本路段共有桥梁 1 座。老桥设计荷载：公路-Ⅰ级。

沿线桥梁的上下部结构使用状况良好。根据现场调查及评定报告，桥梁桥面系病害主要有伸缩缝锚固区纵向裂缝、伸缩缝锚固区破损、伸缩缝填塞、泄水孔堵塞，桥面铺装车辙等。



图3-38桥梁现状

桥梁分布见下表：

沿线现状桥梁一览表

序号	桥名	桩号	跨径	桥长	上部结构	下部结构	
			(m)	(m)		桥墩	桥台
1	北横庄桥	K37+435	3x13	39	预应力砼空心板梁	柱式墩 桩基础	柱式台 桩基础

根据《2022 年苏州市国省干道桥梁定期检查评定报告》，本项目路段中桥梁等级评定为二类桥，需小修和保养。

根据现场调查及评定报告，将相关桥梁桥面系病害整理如下：

沿线桥梁桥面系病害一览表

桥名	位置	病害位置	病害类型	病害描述
北横庄桥	桥面系	桥面铺装	车辙	桥面铺装车辙，L=5.0m
		1#伸缩缝	/	缝宽 37.8mm
		1#伸缩缝	灰土填塞	1#伸缩缝灰土填塞
		2#伸缩缝	/	缝宽 32.5mm
		2#伸缩缝锚固区	混凝土开裂	2#伸缩缝锚固区混凝土开裂 10 条，$L_{均}$=0.3m，W=0.12~0.14mm
		2#伸缩缝锚固区	破损	2#伸缩缝锚固区破损，S=0.5×0.2m^2

6、平面交叉现状调查

通过对沿线交叉路口的情况现场调查，本项目全线互通式立交共计1处，为S48沪宜高速互通出入口；1处平面交叉口，相石路交叉口，交叉口进行了渠化改造。渠化后的交叉口增加了单独的左转弯车道，交通组织合理，通行能力较好。

7、交通工程及沿线设施状况调查

根据现场调查，本项目沿线安全设施状况总体良好。标志设置合理，里程碑设置全，支路道口标柱设置较为齐全。

1）标志

现状标志齐全，无破损等状况，交叉口标志设置符合规范要求，净空满足规范要求。





图 3-39 标志现状

2）标线

现状道路标线齐全。



图 3-40 标线现状

3）护栏

经调查，本项目范围内高路堤及临河路段已设置波形护栏。全线采用中分带已设置中分带护栏。护栏现状良好，本次不予改造。



图 3-41 护栏现状

4）道口标柱

根据现状调查，沿线辅道搭接道口均设置了道口示警桩。

5）信号灯、监控

本项目路段交叉口均设置了信号灯、监控。信号灯相位设置合理、信号灯、监控设备与停止线之间的间距满足要求。

6）百米桩、里程碑

本项目路段范围内，百米桩、里程碑设置完善，使用状况良好。

8、绿化情况调查

根据调查沿线绿化情况良好，本次不予改造。

3.2 公路使用状况评价

3.2.1 路面使用性能评价

根据《公路技术状况评定标准》(JTG 5210-2018)要求，本次总体评价以每公里为单元，采用路面状况指数（PCI）、路面行驶质量指数（RQI）、路面车辙深度指数（RDI）、路面跳车指数（PBI）、路面磨耗指数（PWI）、路面抗滑性能指数（SRI）、路面结构强度指数（PSSI）为主要指标对路面使用性能 PQI 进行评价汇总。

路面使用性能指数（PQI）评价按以下公式确定。

$$PQI = w_{PCI} \bullet PCI + w_{RQI} \bullet RQI + w_{RDI} \bullet RDI + w_{PBI} \bullet PBI + w_{PWI} \bullet PWI + w_{SRI} \bullet SRI + w_{PSSI} \bullet PSSI$$

W_{PCI}——PCI 在 PQI 中的权重，一级路为 0.35；

W_{RQI}——RQI 在 PQI 中的权重，一级路为 0.30；

W_{RDI}——RDI 在 PQI 中的权重，一级路为 0.15；

W_{PBI}——PBI 在 PQI 中的权重，一级路为 0.10；

W_{PWI}——PWI 在 PQI 中的权重，一级路为 0.10；

W_{SRI}——SRI 在 PQI 中的权重，一级路为 0.10；

W_{PSSI}——PSSI 在 PQI 中的权重，一级公路沥青路面不取值。

注：计算 PQI 时，路面抗滑性能指数 SRI 和路面磨耗指数 PWI 应二者取一。

路面使用性能指数（PQI）等级评定标准　　表 3-37

评定等级	优	良	中	次	差
路面使用性能 PQI	≥90	≥80，<90	≥70，<80	≥60，<70	<60

本项目沥青路面使用性能评价

上行车道路面使用性能指数等级评定表　　表 3-38

桩号	路面使用性能		分项指标（公路中心检测数据）			分项指标（本次）		
	PQI（公路中心检测数	PQI（本次）	PCI	RQI	RDI	PCI	RQI	RDI

			据）							
K37+000	~	K38+000	92.20	90.44	92.20	91.17	94.30	91.80	89.71	92.09
K38+000	~	K39+000	93.05	91.46	93.05	93.17	96.52	92.11	90.88	95.90
K39+000	~	K40+000	91.86	91.16	91.86	91.34	96.23	91.10	91.20	94.10
K40+000	~	K40+400	91.86	89.29	94.04	93.47	94.71	91.55	86.95	90.05

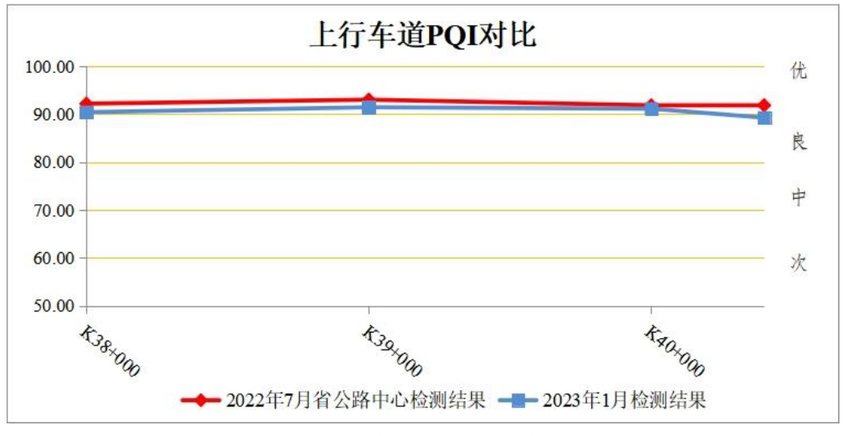


图 3-42 上行车道 PQI 随里程变化图

与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析，上行路面使用性能 PQI 有所下降，上行方向 PQI 平均值由 92.31 下降为 90.81。上行路面使用性能 PQI 衰减率为 1.62%。

下行车道路面使用性能指数等级评定表　　表 2-43

桩号			路面使用性能		分项指标（公路中心检测数据）			分项指标（本次）		
			PQI（公路中心检测数据）	PQI（本次）	PCI	RQI	RDI	PCI	RQI	RDI
K37+000	~	K38+000	90.05	89.79	91.95	88.17	92.45	91.54	87.44	92.20
K38+000	~	K39+000	89.65	88.87	90.32	86.48	95.89	89.73	85.12	94.59
K39+000	~	K40+000	89.56	89.04	93.05	85.38	93.57	91.47	84.27	92.87
K40+000	~	K40+400	89.56	89.30	93.13	93.38	93.49	89.84	88.13	91.05

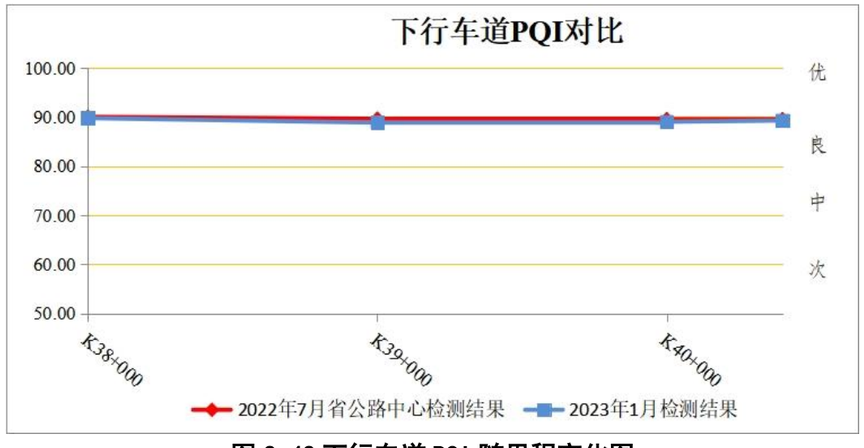


图 3-43 下行车道 PQI 随里程变化图

与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析，下行路面使用性能 PQI 有所下降，下行方向 PQI 平均值由 89.73 下降为 89.24。下行路面使用性能 PQI 衰减率为 0.54%。

3.2.2 沥青路面性能总体评价

1、根据检测资料评价

（1）路面损坏状况评价 PCI 总体状况一般，上行 PCI 评价为“优”的路段为 100%；下行 PCI 评价为“优”的路段为 58.82%,评价为“良”的路段为 41.18%。总体上下行 PCI 相当。与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析，双向路面破损状况相对检测评价结果病害情况相对变差，部分路段破损加剧，PCI 数值上在 91 上下浮动，上下行 PCI 衰减率分别为 1.2%（上行）和 1.5%（下行）。

（2）上下行路面行车道结构强度评价较好，代表弯沉值平均值分别为上行 8.58 和下行 9.48。

（3）本次检测路段的路面行驶质量 RQI 评价尚可，上行车道总体评价为“优”，RQI 平均值为 90.39；下行车道总体评价为“良”，RQI 平均值为 85.91。与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析可知，本次设计路段路面行驶质量评价均有一定幅度下降，上行衰减率为 1.83%，下行衰减率为 1.78%。相比上行 RQI 值衰减略大。

（4）从路面车辙深度指数来看，本次检测路段的路面车辙状况 RDI 评价尚可，上行车道总体评价为“优”，RDI 平均值为 93.56；下行车道总体评价为“优”，RDI 平均值为 92.97。与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析可知，本次设计路段路面车辙状况均有一定幅度下降，上行下降了 2.10%，下行下降了 1.01%。

（5）整体而言，上行车道抗滑性能总体评价为“中”；下行车道抗滑性能总体评价为“中”。说明本项目抗滑性能一般，需进行改善。

（6）从路面使用性能来看，整体上下行路段 PQI 评价等级均为“优”。本次与 2022 年 7 月省公路中心检测评价结果对比分析，上行路面使用性能 PQI 有所下降，上行方向 PQI 平均值由 92.31 下降为 90.81。上行路面使用性能 PQI 衰减率为 1.62%。下行路面使用性能 PQI 有所下降，下行方向 PQI 平均值由 89.73 下降为 89.24。下行路面使用性能 PQI 衰减率为 0.54%。

3.2.3 病害产生原因分析

从现场调查情况及各项指标分析来看，本次调查路段主要类型为病害为横向裂缝，部分裂缝贯穿半幅车道，目前大部分裂缝已进行灌缝处理，存在少量新发展的裂缝。个别段落有沉陷等病害，影响行车舒适性，个别交叉口路段有车辙。结合路面钻芯、弯沉等资料。对路面病害原因分析如下。

1、横向裂缝

横向裂缝一般为基层反射裂缝，基层反射裂缝通常由如下两种原因产生：一方面在基层成型过程中，因基层材料失水收缩而形成规则的横向裂缝；另一方面是基层材料因温度骤降而发生低温收缩开裂。这两种收缩变形使沥青面层底面承受拉力，当拉力超过沥青面层的抗拉强度时就使沥青面层底部拉裂，并随着温湿的循环变化及行车荷载的反复作用而导致沥青面层底面裂缝沿竖向向上扩展到路表，从而形成沥青路面横向裂缝。面层裂缝与基层裂缝上下贯通，且下宽上窄。

2、车辙

本项目车辙多分布于交叉口及减速车道位置；车辙路段路面结构发生明显的变形，轮迹带位置向下凹陷，而其两侧明显向上凸起。

近几年江苏省连续经历夏季高温作用，沥青路面材料在高温环境下发生软化变质，抗剪强度降低；当遇到车辆荷载较大的剪应力作用时，容易产生横向推移等变形破坏。

3、修补损坏

本项目路段在历年养护过程中，针对坑槽及龟裂病害用局部挖补回填的方式进行了维修。但修补处仍伴有唧浆、沉陷等病害，分析其形成原因主要有以下几个方面：

a.沥青面层施工影响

路面施工接缝位置是施工中的薄弱环节，小面积修补施工接缝较多，且不易压实，接缝处极易渗水，产生水损害。

b. 排水不完善的影响

路基排水系统不完善，造成水流不畅，使土基含水量过大，强度降低，路基变形，导致病害反射至基层和面层。

4. 路基、路面处治方案

4.1 路面病害处置

4.1.1 养护需求分析

基于调查检测结果，本项目调查范围内全线路面弯沉较小，路面结构强度整体较好。路面主要病害为横向裂缝，部分裂缝贯穿半幅车道，目前大部分裂缝已进行灌缝处理，存在少量新发展的裂缝。个别段落有沉陷等病害，影响行车舒适性，个别交叉口路段有车辙。部分路段技术状况不能满足《江苏省普通国省道养护工程科学决策实施意见（试行）》（苏交公养〔2020〕162 号）中的“双优”要求。

结合路面调查评价结果和病害成因分析，本项目**路段拟进行功能性修复养护，恢复路面整体使用功能。**

按百米评价单元细化路面破损状况、平整度、车辙、路面抗滑性能等检测指标评价，以总体掌握项目路段的状况，为拟定处治路段提供依据。百米段各项技术状况不达标路段统计见表3-1，具体路段评价分布见表4-2、表4-3。

百米评价不达标路段统计　　表 4-1

路况指标均值			不达标路段比例		
			指标	车道公里	占比（%）
PCI	上行	91.65	PCI＜90	0	0
	下行	90.79		1.4	41
RQI	上行	90.39	RQI＜90	1.4	41
	下行	85.91		3.4	100
RDI	上行	93.56	RDI＜80	0	0
	下行	92.97		0	0
SRI	上行	75.73	SRI＜75	0	0
	下行	77.50		0	0

百米段路面养护需求分布（上行）　　表 4-2

序号	里程桩号			上行											
				一车道				二车道				三车道			
				PCI	RQI	RDI	SRI	PCI	RQI	RDI	SRI	PCI	RQI	RDI	SRI
1	K37+000	～	K37+100	94.97	93.85	94.90	75.82	93.05	94.50	94.83	77.91	92.95	94.57	92.19	77.36
2	K37+100	～	K37+200	92.27	93.01	95.51	76.03	92.71	93.32	96.69	75.57	92.71	94.00	91.94	74.73
3	K37+200	～	K37+300	100.00	89.73	91.13	74.66	91.30	90.30	92.41	74.20	87.52	90.88	93.60	77.40
4	K37+300	～	K37+400	84.00	86.84	92.17	75.15	83.00	86.29	92.26	76.53	83.50	86.83	94.69	75.41
5	K37+400	～	K37+500	91.87	86.84	94.38	77.57	91.23	86.29	94.66	76.58	90.75	86.83	94.59	74.33
6	K37+500	～	K37+600	94.64	93.54	94.61	74.78	93.68	93.04	95.45	77.42	92.85	93.48	94.19	77.14
7	K37+600	～	K37+700	95.33	94.62	94.26	73.73	93.15	94.77	94.52	75.52	92.81	94.21	91.06	75.59
8	K37+700	～	K37+800	92.23	92.24	94.03	76.71	86.00	83.00	93.76	74.13	86.00	84.00	76.92	75.81
9	K37+800	～	K37+900	94.64	85.24	92.31	73.72	93.68	85.09	92.27	73.89	93.68	85.24	94.14	76.61
10	K37+900	～	K38+000	88.25	86.58	77.80	76.54	87.00	86.59	77.03	75.61	87.63	85.72	94.42	77.17
11	K38+000	～	K38+100	86.00	75.43	94.15	75.20	93.15	76.19	94.02	77.50	92.00	75.75	95.67	75.91
12	K38+100	～	K38+200	84.00	87.19	94.24	75.40	93.15	86.35	94.99	76.53	90.03	87.00	95.96	75.41
13	K38+200	～	K38+300	90.10	88.96	96.00	74.56	91.48	89.79	96.00	74.14	89.83	88.70	95.75	75.92
14	K38+300	～	K38+400	90.94	95.05	96.53	75.22	91.09	94.21	96.33	76.13	90.56	95.29	96.53	75.90
15	K38+400	～	K38+500	83.00	86.00	96.44	74.28	84.30	94.41	97.08	73.11	84.60	95.03	96.57	76.36
16	K38+500	～	K38+600	93.35	94.26	96.81	73.81	92.62	94.40	95.90	76.28	92.71	94.45	96.66	73.81
17	K38+600	～	K38+700	92.20	94.30	96.65	74.62	91.86	94.19	96.21	76.46	92.06	93.97	95.57	75.63
18	K38+700	～	K38+800	94.39	94.70	95.97	74.52	92.85	95.02	96.78	74.78	88.79	94.27	96.27	76.62
19	K38+800	～	K38+900	95.32	93.11	95.90	75.51	90.32	92.52	95.72	73.03	87.51	92.29	93.82	75.81
20	K38+900	～	K39+000	91.63	94.91	96.64	74.34	91.09	94.66	95.63	75.77	90.52	94.05	96.26	76.96
21	K39+000	～	K39+100	91.87	92.41	93.22	73.83	85.86	92.95	94.21	76.51	90.40	92.12	91.52	73.13
22	K39+100	～	K39+200	84.00	89.27	95.84	78.41	84.60	89.04	96.68	79.23	83.50	89.10	96.01	77.12
23	K39+200	～	K39+300	91.19	86.00	90.60	77.80	85.20	86.00	75.33	75.19	92.99	84.00	95.97	78.96
24	K39+300	～	K39+400	94.51	93.69	96.25	78.33	93.74	92.40	78.81	76.79	94.93	93.67	97.53	77.34
25	K39+400	～	K39+500	94.64	94.14	95.91	76.79	95.00	94.84	95.99	79.24	94.29	94.82	97.56	77.60
26	K39+500	～	K39+600	92.50	93.65	97.20	76.83	91.44	93.08	97.15	76.69	91.48	92.38	95.53	76.82
27	K39+600	～	K39+700	84.30	94.37	97.16	78.08	89.22	93.96	97.46	79.09	88.76	94.90	97.64	79.18
28	K39+700	～	K39+800	92.72	93.95	95.02	76.50	83.20	93.00	83.51	77.62	93.77	93.07	95.59	78.67
29	K39+800	～	K39+900	90.60	92.27	97.12	74.92	96.04	91.78	96.66	79.05	95.32	92.21	94.98	75.60
30	K39+900	～	K40+000	84.30	91.95	95.91	77.19	83.90	92.09	95.63	76.46	84.60	91.55	94.98	76.14
31	K40+000	～	K40+100	95.32	92.53	95.64	78.27	95.32	92.29	94.91	74.84	95.32	92.56	95.47	75.12
32	K40+100	～	K40+200	90.94	83.36	92.99	78.60	89.55	83.21	92.00	78.73	88.84	86.50	92.42	75.34
33	K40+200	～	K40+300	95.32	80.25	91.89	75.26	95.32	80.27	91.23	74.99	95.32	79.45	91.03	76.11
34	K40+300	～	K40+400	95.32	91.58	95.02	78.41	86.00	92.51	75.45	78.48	86.50	91.97	72.58	76.00

百米段路面养护需求分布（下行）　　表 4-3

序号	里程桩号			下行											
				一车道				二车道				三车道			
				PCI	RQI	RDI	SRI	PCI	RQI	RDI	SRI	PCI	RQI	RDI	SRI
1	K37+000	～	K37+100	95.33	93.51	89.90	78.26	95.00	94.81	89.74	77.82	94.93	94.82	90.12	77.59

序号	里程桩号			下行											
				一车道				二车道				三车道			
				PCI	RQI	RDI	SRI	PCI	RQI	RDI	SRI	PCI	RQI	RDI	SRI
2	K37+100	～	K37+200	89.07	92.19	89.79	76.75	88.35	92.25	90.50	75.83	86.96	92.48	90.44	76.66
3	K37+200	～	K37+300	91.54	87.67	94.19	78.39	91.68	86.88	94.18	75.67	92.71	87.74	93.44	75.36
4	K37+300	～	K37+400	89.33	86.00	89.88	74.93	87.18	87.00	90.01	76.77	86.41	63.97	90.65	75.26
5	K37+400	～	K37+500	91.85	93.30	92.26	76.46	91.27	93.00	92.63	78.04	91.39	93.14	92.46	78.62
6	K37+500	～	K37+600	94.22	94.05	91.70	76.87	100.00	94.09	91.09	79.02	93.77	93.79	90.63	77.06
7	K37+600	～	K37+700	93.35	93.11	90.92	77.62	93.74	92.28	90.68	78.29	91.48	92.71	90.70	78.72
8	K37+700	～	K37+800	88.25	87.32	93.62	74.61	85.86	88.53	93.18	75.86	85.73	88.03	93.11	77.96
9	K37+800	～	K37+900	96.04	67.90	94.29	75.85	82.91	67.25	94.48	76.56	93.21	67.59	94.81	78.39
10	K37+900	～	K38+000	87.37	79.01	95.82	76.95	87.52	78.71	95.07	75.99	87.52	79.24	95.83	75.05
11	K38+000	～	K38+100	89.97	70.63	95.24	75.65	89.72	70.18	89.45	78.75	89.72	69.89	96.00	76.13
12	K38+100	～	K38+200	93.30	74.02	95.96	75.48	90.00	84.00	96.44	76.04	93.30	74.48	95.82	76.44
13	K38+200	～	K38+300	97.02	92.02	95.44	78.43	83.84	91.78	88.21	77.07	92.99	91.06	94.26	78.80
14	K38+300	～	K38+400	93.49	90.08	95.49	76.44	84.30	90.38	94.81	76.93	92.71	89.84	94.77	79.92
15	K38+400	～	K38+500	93.21	82.67	96.48	77.29	92.62	82.94	96.25	76.38	92.62	83.83	96.52	79.31
16	K38+500	～	K38+600	100.00	90.92	95.31	78.10	90.40	91.01	95.28	77.31	96.04	90.47	94.85	79.95
17	K38+600	～	K38+700	95.74	94.49	94.34	77.59	92.95	94.80	94.75	77.01	92.95	94.87	93.82	76.31
18	K38+700	～	K38+800	93.08	81.96	95.46	75.57	91.48	82.44	95.73	79.01	91.48	83.00	94.60	78.29
19	K38+800	～	K38+900	94.22	86.27	93.53	76.29	81.25	87.12	93.96	79.03	93.36	86.71	93.74	78.21
20	K38+900	～	K39+000	86.00	81.90	93.58	76.19	87.00	82.71	94.26	77.63	86.00	82.15	93.26	76.64
21	K39+000	～	K39+100	90.97	82.51	90.18	77.03	85.51	82.56	89.85	79.68	92.19	83.16	90.06	77.04
22	K39+100	～	K39+200	92.12	89.59	92.57	80.17	89.52	89.53	92.00	79.95	89.25	89.75	92.18	78.56
23	K39+200	～	K39+300	92.12	75.26	94.92	76.72	90.00	86.00	95.28	78.12	92.00	83.00	95.35	77.11
24	K39+300	～	K39+400	97.02	90.45	93.69	80.31	82.08	89.97	94.17	76.39	95.32	89.95	94.37	78.93
25	K39+400	～	K39+500	95.66	89.64	91.00	77.01	94.29	90.40	90.38	79.22	93.68	89.67	90.80	76.59
26	K39+500	～	K39+600	94.05	73.08	86.04	78.10	86.00	73.24	85.71	77.11	91.71	72.75	85.42	77.59
27	K39+600	～	K39+700	100.00	70.74	95.57	78.87	86.00	86.00	94.66	77.35	97.02	70.51	95.52	79.10
28	K39+700	～	K39+800	100.00	84.17	96.61	79.54	84.00	83.32	96.66	79.39	93.77	83.38	95.36	77.16
29	K39+800	～	K39+900	94.33	92.91	96.27	80.20	100.00	92.41	95.44	77.52	91.71	92.85	92.18	76.55
30	K39+900	～	K40+000	84.30	94.71	96.27	77.40	84.50	94.86	95.44	76.27	83.90	94.30	92.18	80.27
31	K40+000	～	K40+100	95.32	95.53	95.82	79.66	94.73	95.28	96.95	79.92	94.73	95.56	96.33	76.92
32	K40+100	～	K40+200	95.32	92.41	93.47	77.84	94.73	92.25	92.55	76.96	94.73	92.41	92.51	77.68
33	K40+200	～	K40+300	88.46	85.00	94.91	75.92	86.53	86.00	94.37	77.22	85.68	85.50	94.31	76.74
34	K40+300	～	K40+400	83.50	92.33	93.77	75.33	82.98	93.27	74.26	78.00	82.98	92.73	73.32	79.03

注：

1、评价路段 PCI、RQI＜80 的路段图示标注为红色；80≤PCI、RQI＜85 的路段图示标注为橙色，85≤PCI、RQI＜90 的路段图示标注为黄色，PCI、RQI≥90的路段图示标注为绿色。

2、评价路段 RDI＜80、SRI＜75 的路段图示标注为橙色；80≤RDI＜90、75≤SRI＜90 的路段图示标注为黄色；RDI、SRI≥90 的路段图示标注为绿色。

4.1.2 养护对策分析

根据路面调查各指标，结合历年本项目养护历史、交通状况、路况现状及养护目标等因素，通过病害成因分析结果，参考现行相关规范要求，结合路面养护设计原则，拟定本项目养护需求路段的养护对策。

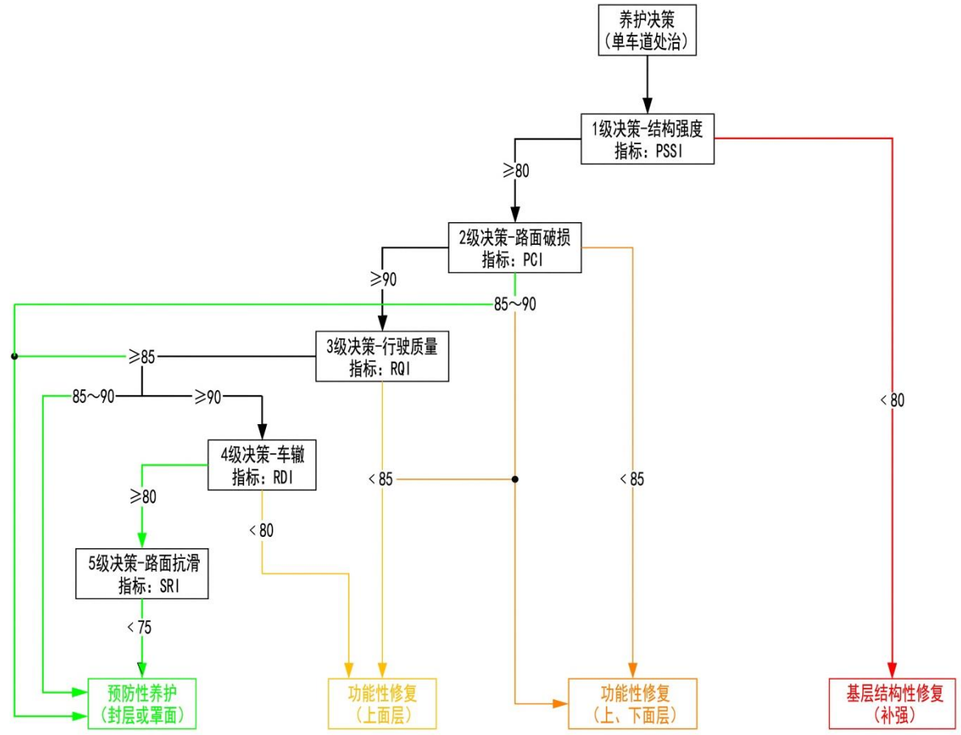


图 4-1 养护决策分析图

本工程养护决策根据路面技术状况数据、往年大中修经验和《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421-2018）进行编制。

4.1.3 养护设计单元划分

通过养护维修对策原则设定的阈值，以路面破损状况指数 PCI、路面行驶质量指数 RQI、路面车辙性能指数 RDI 、路面抗滑性能指数SRI为主要控制指标，同时结合弯沉检测、钻芯取样、

路面典型病害类型等进行综合控制。按百米段进行养护维修路段指标筛选和路段划分，形成不同设计单元，设计单元对应的指标要求见下表：

路面评定指标要求表1　表4-4

路面预防性养护					
设计单元类型	公路等级	路况指数			
		PCI	RQI	RDI	SRI
设计单元 1	一级公路	≥90	≥90	≥80	< 75
			85～90	-	
		85～90	≥85	-	

路面评定指标要求表2　表4-5

路面功能性养护（处治上面层）				
设计单元类型	公路等级	路况指数		
		PCI	RQI	RDI
设计单元 2	一级公路	≥90	≥90	< 80
			< 85	-

路面评定指标要求表3　表4-6

路面功能性养护（处治上下面层）			
设计单元类型	公路等级	路况指数	
		PCI	RQI
设计单元 3	一级公路	85～90	< 85
		< 85	-

路面评定指标要求表4　表4-7

路面结构性养护		
设计单元类型	公路等级	路况指数
		PSSI
设计单元 4	一级公路	< 80

为保证施工的连续性和便利性，处治单元长度不小于100m，并适当考虑路段归并、连通、归并结果如下：

百米段路面养护设计单元划分　表 4-8

序号	里程桩号			百米路面养护单元划分					
				上行			下行		
				行车道 1	行车道 2	行车道 3	行车道 1	行车道 2	行车道 3
1	K37+000	～	K37+100						
2	K37+100	～	K37+200			设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1
3	K37+200	～	K37+300	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1
4	K37+300	～	K37+400	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 3
5	K37+400	～	K37+500	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1			
6	K37+500	～	K37+600	设计单元 1					
7	K37+600	～	K37+700	设计单元 1					
8	K37+700	～	K37+800		设计单元 3	设计单元 3	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1
9	K37+800	～	K37+900	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 2	设计单元 3	设计单元 2
10	K37+900	～	K38+000	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3
11	K38+000	～	K38+100	设计单元 3	设计单元 2	设计单元 2	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3
12	K38+100	～	K38+200	设计单元 3	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 2	设计单元 2	设计单元 2
13	K38+200	～	K38+300	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1		设计单元 3	
14	K38+300	～	K38+400					设计单元 3	设计单元 1
15	K38+400	～	K38+500	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 2	设计单元 2	设计单元 2
16	K38+500	～	K38+600	设计单元 1		设计单元 1			
17	K38+600	～	K38+700	设计单元 1					
18	K38+700	～	K38+800	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 2	设计单元 2	设计单元 2
19	K38+800	～	K38+900		设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 3	设计单元 1
20	K38+900	～	K39+000	设计单元 1			设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3
21	K39+000	～	K39+100	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 2	设计单元 3	设计单元 2
22	K39+100	～	K39+200	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1
23	K39+200	～	K39+300	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 2	设计单元 2	设计单元 1	设计单元 2
24	K39+300	～	K39+400		设计单元 2			设计单元 3	设计单元 1
25	K39+400	～	K39+500				设计单元 1		设计单元 1
26	K39+500	～	K39+600				设计单元 2	设计单元 3	设计单元 2
27	K39+600	～	K39+700	设计单元 3	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 2	设计单元 1	设计单元 2
28	K39+700	～	K39+800		设计单元 3		设计单元 2	设计单元 3	设计单元 2
29	K39+800	～	K39+900	设计单元 1					
30	K39+900	～	K40+000	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3
31	K40+000	～	K40+100		设计单元 1				
32	K40+100	～	K40+200	设计单元 2	设计单元 3	设计单元 1			
33	K40+200	～	K40+300	设计单元 2	设计单元 2	设计单元 2	设计单元 1	设计单元 1	设计单元 1
34	K40+300	～	K40+400		设计单元 1	设计单元 1	设计单元 3	设计单元 3	设计单元 3

根据以上表格，上下行不同车道设计单元所占比、养护类型、推荐处理方案整理如下表：

不同设计单元统计表　表4-9

设计单元类型	上下行方向						对应处理方案
	上行			下行			
	第一车道	第二车道	第三车道	第一车道	第二车道	第三车道	
	占比（%）	占比（%）	占比（%）	占比（%）	占比（%）	占比（%）	

设计单元 1	40	38	35	23	21	25	不处理
设计单元 2	6	9	9	28	9	24	修复后病害继续发展范围处治上中下面层
设计单元 3	20	20	15	15	38	18	处治上中下面层

本次单元划分未涉及设计单元4（结构性修复养护），主要原因为路面检测数据未达到对应的指标要求；其中设计单元1为预防性养护，考虑到本道路路面整体情况较好，本次对设计单元1的范围暂不处理；设计单元2为功能性修复（处治上面层），目前本项目路段在日常养护中，已对局部病害进行了修复处理，本次针对修补后损坏路段或者灌缝后裂缝继续发展路段进行处理，上中下面层同时处理；对于修复后病害未继续发展路段暂不处理，后期根据实际路况进行动态处治。

结论：本次路面养护一般路段对设计单元3的范围和修复后病害继续发展的**设计单元2**范围**进行功能性修复处理。**

4.1.4 路面养护设计标准

根据《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421-2018）规定，一级公路路面预防性养护使用年限为2～5年，功能性修复养护使用年限为5～8年，结构性修复养护使用年限为10～15年。结合道路状况与处置方案，**本工程路段基本为功能性修复，路面使用年限为5年。**

4.1.5 养护设计原则

通过现场调查，本次改造路段主要病害为横向裂缝，部分裂缝贯穿半幅车道，目前大部分裂缝已进行灌缝处理，存在少量新发展的裂缝。个别段落有沉陷等病害，影响行车舒适性，个别交叉口路段有车辙。结合上文中对本项目路段路面破损状况、路面结构强度、路面车辙、路面抗滑性能、原路基、桥涵结构物和沿线设施状况等指数的调查研究，主要依据《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421-2018），本项目局部路段需进行修复养护，详细的养护方案设计遵循的基本原则主要包括以下几方面：

1、病害针对性原则，针对病害提出经济合理的处理方案，并考虑多病害的综合处理，节省成本。

2、拟采用单车道处治的原则，对局部路段进行功能性修复，彻底处治现状病害，扼制病害的发展、延缓新病害的产生，提高路面整体技术状况，延长路面使用寿命。

3、经济可行，安全可靠的原则，设计方案既要能解决实际问题，确保路面功能满足要求，又要经济合理，施工方便，延长寿命；同时尽量利用铣刨后旧路面材料。

4、便于交通组织原则：通过选择经济可行，施工期间交通组织便利的路面改造方案，将施工带给道路交通组织的难度降到最低。

5、充分参考、借鉴往年相邻路段的改造方案，评估其工程应用效果，尽量保持养护维修设计方案的延续性。

6、动态设计原则：

老路的使用状况均依据现状路面调查、检测及抽样钻芯推断基层使用状况，在老路面层洗刨后应核对现场情况是否与预期相符，及时调整设计方案。

7、积极采用技术成熟的沥青路面再生技术，做到路面旧料“零废弃”，推广“四新”技术。

4.1.6 对本项目路面养护改善的建议

1、恢复路面使用功能

通过现场调查，本次改造路段主要病害为横向裂缝，部分裂缝贯穿半幅车道，目前大部分裂缝已进行灌缝处理，存在少量新发展的裂缝。个别段落有沉陷等病害，影响行车舒适性，个别交叉口路段有车辙。本次应对路面进行修复处理。

2、提高沥青混合料性能要求

本项目路段交通车流量大，为保证路面强度及抗车辙性能，本次推荐用于处治的路面结构采用两层沥青，上面层采用 SMA 沥青混合料，另外为减少车辙病害，增加路面强度，下面层沥青混合料中添加抗车辙剂。

3、提高施工质量控制标准

面层摊铺时，建议控制好面层施工质量，一是控制好原材料质量，二是控制好油石比和矿料级配，三是控制好各个环节的温度以及压实质量。

4.2 路面处理方案

4.2.1 路面改造方案

（1）设计单元 3 和修复后病害继续发展的设计单元 2

设计单元 3 和修复后病害继续发展的设计单元 2 对应的养护对策为功能性修复养护，主要以老路上下面层为处治对象，拟采用以下方案。

方案：铣刨老路 18cm 沥青面层，对原基层进行局部病害处治后，重铺 8cmSUP-25 厂拌热再生粗粒式沥青混凝土（SBS 改性）下面层+6cmSUP-20 中粒式沥青混凝土（SBS 改性）中面层

+4cmSMA-13 沥青玛蹄脂混合料(SBS 改性)上面层。

4cm　细粒式沥青砼 SMA-13（SBS 改性沥青）
不粘轮乳化沥青粘层
6cm 中粒式沥青混凝土 SUP-20（SBS 改性）
不粘轮乳化沥青粘层
8cm 厂拌热再生粗粒式沥青砼 Sup-25（SBS 改性沥青）
SBS 改性乳化沥青下封层
老路面层铣刨后的基层（局部病害修补）

（2）交叉口病害处治

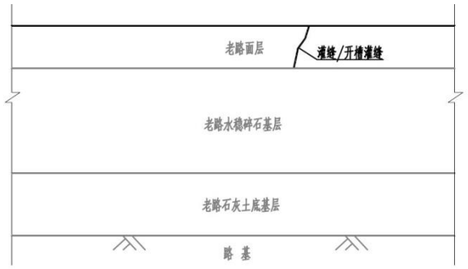
本次针对车辙病害较轻路段推荐采用 SUP-25+抗车辙剂，对交叉口范围车辙病害路段进行修复：铣刨老路 18cm 沥青面层，对原基层进行局部病害处治后，重铺 8cmSUP-25 厂拌热再生粗粒式沥青混凝土（SBS 改性）下面层+6cmSUP-20 中粒式沥青混凝土（SBS 改性）中面层+4cmSMA-13 沥青玛蹄脂混合料(SBS 改性)上面层。

针对车辙病害较重路段采用特种超强韧沥青路面进行修复：铣刨老路 18cm 沥青面层，对原基层进行局部病害处治后，重铺 8cm 特种超强韧沥青混合料 SSTSUP-20（掺加 2.5‰玄武岩纤维+M1 型易密实剂）下面层+ 6cm 特种超强韧沥青混合料 SSTSUP-20（掺加 2.5‰玄武岩纤维+M1 型易密实剂）中面层+4cmSMA-13 沥青玛蹄脂混合料(SBS 改性)上面层。作为新技术选取金茂路交叉口作为试点。

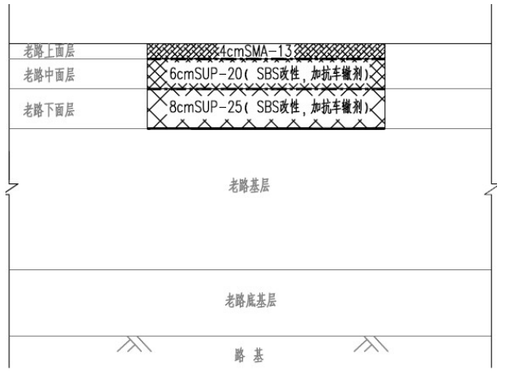
（3）老路基层局部病害处治

主要依据《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421-2018），做路面养护前，先需对老路局部病害进行处治。

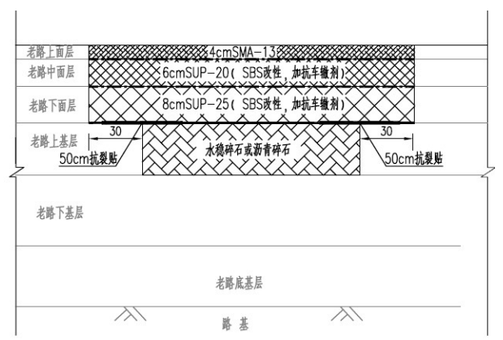
11）当面层仅存在裂缝时，清除缝槽内杂物与尘土，然后采用热沥青灌缝。



2）当面层松散，基层完好时，开槽至下面层底面，槽底和槽壁涂刷改性乳化沥青后，由下到上回填 8cmSUP-25 厂拌热再生粗粒式沥青混凝土（SBS 改性）下面层+6cmSUP-20 中粒式沥青混凝土（SBS 改性）中面层+4cmSMA-13 沥青玛蹄脂混合料(SBS 改性)上面层。



3）当面层及基层均松散时，先开挖基层采用即时通免养生水稳碎石或沥青碎石填补（施工宽度不足 2.5m 或施工长度不足 20m 时，用沥青碎石填补，分两层摊铺压实），后回填 8cmSUP-25 厂拌热再生粗粒式沥青混凝土（SBS 改性）下面层+6cmSUP-20 中粒式沥青混凝土（SBS 改性）中面层+4cmSMA-13 沥青玛蹄脂混合料(SBS 改性)上面层。



（4）新工艺方案

a 地聚物注浆加固

地聚合物注浆材料是利用工业废渣矿物活性成分等材料，通过碱激活剂形成胶凝体结构的无机高分子材料，是一种具有有机高分子、陶瓷、水泥等优良性能的高性能无机胶结材料。注浆的核心与实质是浆液的胶结，凝固、固结以及与此有关的处理对象的密实、稳定和增强等。

由于交通量大，路面养护周期紧张，为尽量减少对交通流的影响，本次对沉陷较重路段、纵横缝交叉路段进行地聚物注浆。

一般路段地聚物注浆加固具体方案如下：先对老路路基和基层采用地聚物注浆加固处理，待注浆养护结束后，对原有沥青路面进行铣刨后再重铺 8cmSUP-25 厂拌热再生粗粒式沥青混凝土（SBS 改性）下面层+6cmSUP-20 中粒式沥青混凝土（SBS 改性）中面层+4cmSMA-13 沥青玛蹄脂混合料(SBS 改性)上面层。

对于病害严重路段，如注浆后基层仍较松散，则铣刨一层基层后重铺一层免养生水稳，最后重铺面层。

b 再生技术

本项目在养护过程中必将会产生大量的沥青面层铣刨料，为了能够较好的利用铣刨料，保护生态环境，节约土地成本，在方案处治中应充分考虑应用旧料再生技术。

对于沥青面层铣刨料，厂拌热再生技术成熟度较高，技术难度小，适用范围广，质量控制相对简单，是目前应用最为广泛的再生技术，且可应用到较高的层位，结合本项目养护对策，**推荐对旧沥青铣刨料采用厂拌热再生技术，用于下面层。**

c 即时通免养生水泥稳定碎石基层新工艺

本次拟在老路基层局部修补时采用即时通免养生水泥稳定碎石，即时通免养生水泥稳定碎石施工完成后立即施工封层，防止表面水分散失影响表面成型，24h 后取出完整芯样即可施工沥青面层。

d 特种超强韧沥青路面

本次针对车辙病害较重路段采用特种超强韧沥青路面进行修复，该材料具备较高的模量，抗剪切变形能力增强，抗车辙性能得到提高。并且开放交通快，温度降低至常温即可恢复交通，具有良好的低温抗裂性和抗水损害性，提高行车安全性和舒适性。

2021 年在昆山市江浦路-前进西路交叉口车辙专项处理工程中采用了这一新型沥青混凝土，该路口处治前最大车辙深度接近 60 毫米，采用特种超强韧沥青路面进行修复后，经过一年多的运营，车辙深度仅仅 3~6mm，有效控制了车辙病害的发展。

4.3 路基病害处治设计

本项目不对道路横断面进行变化，不存在路基拓宽情形，老路路基使用良好，无需进行处治。

4.4 纵断面设计

本项目纵断面维持不变。

4.5 横断面设计

本次改造横断面维持原状。

4.6 桥梁、涵洞设计

本次主要针对桥梁桥面系进行小修和保养,其余病害纳入后续专项处置。

桥面铺装车辙：本次将车辙部分所属车道铣刨面层 10cm 后加铺 10cm 沥青面层（4cm SMA-13 SBS 改性+6cm SUP-20 SBS 改性 掺抗车辙剂+柔性防水层）

伸缩缝堵塞、泄水孔堵塞：需进行缝内或孔内杂物清理。

伸缩缝锚固区混凝土开裂、破损：对于构件表面存在混凝土蜂窝、麻面、剥落、掉块、缺损、凹陷、锈胀、露筋等较小缺陷，首先将缺陷部位表层的旧混凝土全部凿除，露出新鲜混凝土，然后利用人工除锈的方法对缺陷部位的外露钢筋除锈，并将混凝土表面清理干净，最后利用环氧砂浆对缺陷部位进行修补。

伸缩缝锚固区、纵向裂缝：对裂缝进行封闭处理。对于缝宽＜0.15mm 的裂缝直接用结构胶进行表面封闭处理；对于裂缝宽度≥0.15mm 的裂缝采用灌注缝胶进行灌缝处理，用粘贴剂将注浆口与裂缝对齐粘贴。注浆口的间距根据裂缝长度及裂缝的宽度以一般宽缝为稀，窄缝为密，注浆口必须对中，保证导流畅通，注浆口应粘贴牢固。

沿线桥梁桥面系病害处理一览表 表3-16

序号	桥名	桥梁处理
1	北横庄桥	伸缩缝清理 伸缩缝锚固区裂缝封缝 伸缩缝锚固区混凝土修补 清理泄水孔 铺装局部铣刨加铺

5. 安全设施及其他附属工程改造设计方案

5.1 标志、标线恢复与完善

根据现场调查，本项目沿线安全设施状况总体良好。标志设置合理，标线清晰，里程碑设置全，护栏设置齐全运营良好，支路道口标柱设置较为齐全。

本次仅对施工后改造路段的标线进行恢复。

5.1.1 标线布设原则

标线、导向箭头的布设应确保车流分道行驶，起导流作用，保证昼夜的视觉诱导的良好，车道分界清晰，线形清楚、轮廓分明。

5.1.2 标线的平面布设

根据标线的布设原则，本段全线布设的标线类型主要有车行道边缘线、车行道分界线、振荡标线、导向箭头、人行横道线、人行横道预告标识线等。

1） 车行道边缘线--设在上下行车道两侧路缘带的内侧，为宽 20cm 的白色实线。

2） 车行道分界线--设在行车道之间，为白色虚线，线宽 15cm，实线长 600cm，间隔 900cm。

3） 导向箭头--设置于平面交叉口停车线前，导向箭头长 6m。

4） 人行横道线—设置于交叉口及行人需要过道路较为集中的路段，人行横道线长按 4m 计（根据具体路口进行调整），线宽 40cm，间隔 60cm。

5） 原设置振荡标线路段需予以恢复，设置尺寸间距须符合相关规范要求。

5.1.3 标线材料的选择

标线采用白色热熔型标线漆，表面撒布玻璃微珠。这种标线漆的特点是与路面粘结力强，干燥迅速，具有良好的耐磨性、持久力，反光效果好。新划标线的初始逆反射亮度系数应符合 GB/T 21383 的规定，白色反光标线的逆反射亮度系数不应低于 150mcd·m-2·lx-1，黄色反光标线的逆反射亮度系数不应低于 100mcd·m-2·lx-1，热熔标线涂层厚度为 1.8+0.2mm，应均匀，无起泡、开裂、发粘、脱落等现象，表面均匀撒布玻璃微珠，玻璃微珠含量应保证 300g/m^2。

5.2 坡防护设施改造

本项目路段边坡防护的完好，本次不对其进行改造。

5.3 排水设施

本次改造对堵塞的边沟疏通处理，保持道路排水通畅。

5.4 分隔带改造

本次中分带维持现状，不做改造。

6. 重要材料及技术要求

6.1 重要材料要求

1、水泥、沥青、石料、汽油、柴油

路面沥青用需求量大，从工程经济上考虑应尽可能因地制宜，从本地市场或苏州市场购买，少部分可从外省市购买，路面用沥青应采用进口优质沥青。

2、工程用水、用电

本市范围内河流纵横，地表水、地下水丰富，水源良好，取水方便，可就近上路供工程之用，生活用水自来水供应也方便。

沿线电力供应情况良好，工程用电可与电力部门协商解决。

6.2 材料技术要求

6.2.1 材料要求

（1）.SBS 改性沥青

面层均采用 SBS 改性沥青，应符合 PG76-22 标准，其各项指标要求见下表。建议采用优质进口沥青。

沥青性能整套检验，每批到货应至少检验一次，对沥青的三大指标应按每 500t(或以下)检验一次。

SBS 改性沥青技术要求　表 6-1

检验项目		技术要求	备注
针入度(25℃，100g，5S)(0.1mm)		40～70	
针入度指数 PI（5℃、15℃、25℃）		实测（-0.2～+1.0）	改为实测类指标，原标准作为参考值
密度（15℃）（g/cm3）		实测	
延度(5cm/min，5℃)(cm)	最小	25	
软化点(环球法)(℃)	最小	70	
动力粘度(60℃)(Pa.S)		20000	
运动粘度(135℃)(Pa.S)	最大	3	
闪点(℃)	最小	245	
溶解度(%)	最小	99	
离析，软化点差(℃)	最大	2.5	
弹性恢复(25℃)(%)	最小	80	
RTFOT 试验后 质量损失(%)	不大于	±0.5	
RTFOT 试验后 针入度比(25℃)(%)	最小	65	
RTFOT 试验后 延度(5cm/mim，5℃)(cm)	最小	15	
SHRP 性能等级		PG76-22	

备注：

1、改性沥青质量应重点关注指标为::针入度 25℃、延度 5℃ 、软化点、运动粘度 135℃ 、弹性恢复 、弹性恢复 25℃ 、软化点差 （后-前）、 弹性恢复差、多应力蠕变恢复 （MSCR）；

2、60℃旋转粘度检测记录具体数值；

3、针入度指数 PI 为实测类指标，当其超过规定范围时应进行复检，复检仍超过此范围，则应对混合料性能进行检验。

SBS 改性沥青混合料动稳定度技术要求　表 6-2

技术指标	动稳定度（次/mm）
SMA改性沥青混合料，不小于	3000
Superpave改性沥青混合料，不小于	3200

改性沥青 SBS 含量测定要求　表 6-3

测定方法	SBS含量	容许误差
红外光谱仪	不小于4.5%	2%

（2）.粗集料

a）上面层建议采用玄武岩，中面层采用石灰岩，粗集料应深色、洁净、干燥、无风化、无杂质，近似立方颗粒的碎石，粗集料质量应符合下表的要求。

上面层用粗集料质量技术要求表　6-4

检　验　项　目		技术要求
石料压碎值	不大于（%）	20
高温压碎值	不大于（%）	24
洛杉矶磨耗损失	不大于（%）	28
表观相对密度	不小于（t /m3）	2.60
吸水率	不大于（%）	2.0
对沥青的粘附性	不小于	在掺加抗剥落剂后不小于 5 级
坚固性	不大于（%）	12

检　验　项　目		技术要求
水洗法<0.075mm 颗粒含量	不大于（%）	1#:≤0.6%，2#:≤0.8%，3#:≤1.0%
针片状颗粒含量（游标卡尺法）	不大于（%）	12
软石含量	不大于（%）	3
上面层石料磨光值	不小于（BPN）	42
抗压强度	不小于（Mpa）	120

注：粗集料供料品种控制筛孔尺寸：1#:9.5～16.0，2#:4.75～9.5，3#:2.36～4.75

中面层（Sup-20）用粗集料质量技术要求表 6-5

检　验　项　目		技术要求
石料压碎值	不大于（%）	24
洛杉矶磨耗损失	不大于（%）	28
表观相对密度	不小于（t/m3）	2.60
吸水率	不大于（%）	2.0
对沥青的粘附性	不小于	4 级
坚固性	不大于（%）	12
水洗法<0.075mm 颗粒含量	不大于（%）	1
针片状颗粒含量（游标卡尺法）	不大于（%）	15
软弱颗粒含量	不大于（%）	3

（3）.细集料

采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当颗粒级配的人工轧制的玄武岩、辉绿岩或石灰岩细集料，不能采用山场的下脚料。其规格应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）表 4.9.3 中砂的级配要求。其质量技术要求见下表。

细集料规格要求　表 6-6

规格	通过下列方筛孔（mm）的质量百分率（%）						
	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S16	100	80-100	50-80	25-60	8-45	0-25	0-15

上面层细集料技术要求　表 6-7

检验项目		技术要求
表观相对密度（g/cm³）	不小于	2.60
小于 0.075mm 颗粒含量（%）	不大于	15（宜≤12.5%）
坚固性（%）	不大于	12
砂当量(%)	不小于	60
亚甲蓝值(g/kg)	不大于	25
棱角性(流动时间)(S)	不小于	30

中面层（Sup-20）细集料技术要求　表 6-8

检验项目		技术要求
表观相对密度（g/cm³）	不小于	2.50
小于 0.075mm 颗粒含量（%）	不大于	15（宜≤12.5%）
坚固性（%）	不大于	-
砂当量(%)	不小于	60
亚甲蓝值(g/kg)	不大于	25
棱角性(流动时间)(S)	不小于	30

集料质量应从源头抓起，派专人进驻集料加工厂，对不合格的集料不得装车、装船，对进场粗集料每 500t 检验一次，细集料每 200t 检验一次。

（4）.矿粉

建议采用石灰岩碱性石料经磨细得到的矿粉。矿粉要求干燥、洁净。矿粉必须干燥、清洁，矿粉质量技术要求见下表。拌和机回收的粉料不得采用，以确保沥青面层的质量。

沥青面层用矿粉质量技术要求　　表 6-9

指　　标			技术要求
视密度		不小于（T/m³）	2.5
含水量		不大于（%）	1
粒度范围（%）	<0.6mm		100
	<0.15mm		90～100
	<0.075mm		85～100
外观　（%）			无团粒结块
亲水系数		不大于	1
塑性系数		不大于（%）	4
酸碱度（pH 值）			7～10

（5）.纤维稳定剂

SMA 稳定剂采用木质素絮状纤维，掺加比例以沥青混合料总量的 0.3～0.4%控制。

木质素絮状纤维的质量应符合《公路沥青路面施工技术规范》第 4.11 条的技术要求。同时应符合《江苏省高速公路沥青路面施工技术规范》第 10.2.6 的技术要求。

木质素纤维技术要求　　表 6-10

试 验 项 目			指　标
筛分析	充气筛分析	纤维长度	＜6mm
		通过 0.15mm 筛	（70±10）%
	普通筛分析	纤维长度	＜6mm
		通过 0.85mm 筛	（85±10）%
		通过 0.425mm 筛	（65±10）%
		通过 0.106mm 筛	（30±10）%
灰分含量			（18±5）%，无挥发物
PH 值			7.5±1.0
吸油率			纤维质量的（5.0±1.0）倍
含水率			＜5%（以质量计）

（6）.抗剥落剂

在玄武岩集料沥青混合料中掺入 0.4%（按沥青用量）抗剥落剂，抗剥落剂宜采用非胺类化合物，应选用有较强抗老化性能、与沥青配伍性能良好、符合环保性能的产品。技术要求包括：密度与沥青相同或接近；PH 值宜大于 7；常温下为液态，凝固点小于 0℃；掺入沥青后与玄武岩或辉绿岩的黏附性能提高到 5 级；拌制的沥青混合料在 163℃老化后，残留稳定度不小于 85%，冻融劈裂强度比不小于 80%；液态抗剥离剂应保证贮存两年以上不失效。

（7）.抗车辙剂

路面 SUP-20、SUP-25 面层掺加抗车辙剂，掺量根据选定类型确定，设计暂按 0.25%（重量比）掺量计算。

道路用抗车辙剂性能指标应符合下表规定。

道路用抗车辙剂指标　　表 6-11

检测项目	单位	指标
密度	g/cm3	0.9～1.1
熔体质量流动速率	g/10min	不小于 3
吸水率	%	不大于 2

道路用抗车辙剂沥青混合料马歇尔试验技术要求应符合下表的规定。

道路用抗车辙剂沥青混合料马歇尔试验要求　表 6-12

试验指标		单位	指标
击实次数（双面）		次	75
试件直径		mm	101.6mm×63.5mm
空隙率 VV	深约 90mm 以内	%	3～5
	深约 90mm 以下	%	3～6
稳定度 MS		kN	≥8
流值 FL		mm	2～4

道路用抗车辙剂沥青混合料车辙试验动稳定度技术要求应符合下表的规定。

道路用抗车辙剂沥青混合料动稳定度技术要求　表 6-13

气候条件与技术指标	相应于下列地区所要求的动稳定度次/mm
七月平均最高气温及气候分区	>30℃
	夏炎区
抗车辙剂沥青混合料不小于	6000

道路用抗车辙剂沥青混合料的水稳定性技术要求应符合下表的规定

道路用抗车辙剂沥青混合料水稳定性技术要求　表 6-14

气候条件与技术指标	相应于下列气候分区的技术要求
年降雨量 mm 及气候分区	500～1000
	浸润区
浸水马歇尔试验残留稳定度%　不小于	80
冻融劈裂试验残留强度比%　不小于	75

道路用抗车辙剂沥青混合料的低温弯曲试验破坏应变应符合下表的规定

抗车辙剂沥青混合料低温弯曲试验破坏应变　表 6-15

气候条件与技术指标	相应于下列气候分区的技术要求
年极端最低气温及气候分区	-9℃
	冬温区
抗车辙剂沥青混合料不小于	2500

6.2.2 沥青混合料配合比设计

（1）.配合比设计三阶段

1）目标配合比设计阶段

用工程实际使用的材料按《公路沥青路面施工技术规范》附录 B、附录 C 的方法，可参考《江苏省高速公路沥青路面施工技术规范》、《江苏省干线公路建设工程施工技术指南》，优选矿料级配、确定最佳沥青用量，使沥青混合料技术性能符合配合比设计技术标准和检验要求，以此作为目标配合比，供生产配合比设计使用。

2）生产配合比设计阶段

确定各热料仓集料和矿粉的用量：从二次筛分后进入各热料仓的矿料取样进行筛分，再次确定各热料仓集料和矿粉的用料比例，同时反复调整冷料仓进料比例，以达到供料均衡。

确定最佳油石比：取目标配合比设计的最佳油石比和最佳油石比±0.3%三个油石比进行马歇尔试验，按目标配合比设计方法选定最佳油石比。生产配合比确定的最佳油石比与目标配合比确定的最佳油石比之差不超过 0.2 个百分点，如果超过此规定，应分析原因，重新进行生产配合比设计，并进行混合料性能检验。

沥青混合料性能检验：按以上生产配合比用室内小型拌和机拌制沥青混合料，制备试件，进行混合料性能检验，检验项目包括各层混合料浸水马歇尔检验，中上面层混合料冻融劈裂试验、车辙试验、低温小梁试验。

3）生产配合比验证阶段

用生产配合比进行试拌，沥青混合料的技术指标合格后铺筑试验段。取试铺用的沥青混合料进行马歇尔试验检验和沥青含量、筛分试验，由此确定正常生产用的标准配合比。

（2）Superpave 沥青混合料级配及配合比设计

1）Superpave 沥青混合料矿料级配限制区界限和级配控制点列于下表。

Sup-20 设计集料级配限制区界限　表 6-16

筛孔尺寸（mm） 限制区范围(通过率%)	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75
最小	13.7	16.7	22.3	34.6	—
最大	13.7	20.7	28.3	34.6	—

Sup-20 设计集料级配控制点界限　表 6-17

筛孔尺寸（mm） 控制点范围(通过率%)	19	13.2	2.36	0.075
最小	90	-	23	2
最大	100	90	49	8

2）Sup-20 技术指标要求

沥青混合料进行配合比设计时，动稳定度不应小于 1000 次/mm 热再生沥青混合料 Sup-20 采用旋转压实试验方法确定最佳沥青用量，并进行混合料性能验证。

Sup-20 旋转压实技术指标　表 6-18

沥青混合料类型	压实度（%）			VMA（%）	VFA（%）	F/A
	N初始	N设计	N最大			
Sup-20	≤89	96	≤98	≥13	60～70	0.6～1.2*

注：当级配在禁区下方通过时，粉胶比可取值0.8～1.6。

Sup-20 混合料马歇尔技术指标　表 6-19

沥青混合料类型	空隙率（%）	稳定度（KN）	流值（0.1mm）*	VFA（%）	VMA（%）	残留稳定度	60℃动稳定度
Sup-20	4.0～6.0	≥8	20～50	60～70	≥13	≥85	≥3000次/mm

（3）. SMA 沥青混合料级配及配合比设计

SMA-13 沥青玛蹄脂碎石混合料级配组成　表 6-20

名称	通过下列筛孔（方孔筛，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
SMA-13	100	90～100	50～75	20～34	15～26	14～24	12～20	10～16	9～15	8～12

SMA 沥青玛蹄脂碎石混合料马歇尔试验配合比设计技术要求　表 6-21

试验项目	单位	技术要求
马歇尔试件击实次数	次	两面各 75
空隙率 VV	%	3.0～4.5
矿料间隙率 VMA	%	不小于 16.5
粗集料骨架间隙率 VCAmix	%	不大于 VCA_{DRC}
沥青饱和度 VFA	%	75～85
稳定度	kN	不小于 6.0
流值	0.1mm	20～50

SMA 沥青玛蹄脂碎石混合料配合比设计检验指标技术要求　表 6=22

检验项目	单位	技术要求

谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	不大于 0.1
肯塔堡飞散试验的混合料损失（20℃）	%	不大于 15
车辙试验动稳定度	次/mm	不小于 3000
残留马歇尔稳定度	%	85 以上
冻融劈裂试验残留强度比	%	80 以上
弯曲试验破坏应变（-10℃，50mm/min）	μ ε	不小于 2000
渗水系数	ml/min	不大于 20
构造深度	mm	0.7~1.1

6.2.3 沥青砼厂拌热再生（SUP-25）

（1）.材料

1）沥青混合料回收料(RAP)

1、基层材料与沥青层材料必须分别铣刨、分开堆放。不同来源、不同规格的沥青混合料回收料(RAP)应分开堆放。

2、沥青路面回收料(RMAP)、新集料应堆放在预先经过硬化处理且排水通畅的地面上。多雨地区、多雨季节施工时，沥青路面回收料(RMAP)应采用防雨棚遮盖。

3、沥青混合料回收料(RAP)要求

应按照下表所示实测沥青混合料回收料(RAP)技术指标，用于再生混合料设计。

RAP 实测指标要求　表 6-23

材料	检测项目	试验方法
RAP	含水量	《公路工程集料试验规程》（JTG E42-2005）
	RAP 矿料级配	
	沥青含量	
	砂当量	
RAP 中的沥青	针入度	抽提，《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTJ E20-2011）
	60℃黏度	
	软化点	
	15℃延度	
RAP 中的粗集料	针片状颗粒含量	抽提，《公路工程集料试验规程》（JTG E42-2005）
	压碎值	
RAP 中的细集料	棱角性	

4、沥青混合料回收料(RAP)应满足下表所示的技术要求。

RAP 检测指标要求　表 6-24

材料	检测项目	技术要求	试验方法
预处理后的 RAP	含水量（%）	≤3	《公路工程集料试验规程》（JTG E42-2005）
RAP 中 4.75mm 以下部分	砂当量（%）	> 55	
RAP 中的沥青	针入度（0.1mm）	> 20	抽提，《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTJ E20-2011）

5、厂拌热再生时，沥青混料回收料(RAP)应经过预处理后方可使用，再生前 RAP 沥青路面回收料(RMAP)不得含有超粒径颗粒。

用于工厂热再生的回收沥青路面材料(RAP 料)应干燥、洁净，无沥青粘结的砂石料不得多于沥青旧料质量的 5%，含泥量不得大于 1%，用于再生生产的 RAP 料颗粒尺寸应小于 31.5mm(方孔筛)。

2）新加沥青

再生混合料使用的道路石油沥青应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定，见表 6-1、6-2、6-3.

3） 粗集料

再生沥青混合料所涉及粗集料包括旧料中含有的粗料、新加集料粗料。粗集料应是石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，其中，新集料应选用反击式破碎机轧制的碎石，严格控制细长扁平颗粒含量，以确保粗集料的质量。新集料质量应从源头抓起，派专人进驻集料加工厂，对不合格的集料不得装车、装船，对进场粗集料按规定进行检测。粗料技术标准见下表。

粗集料技术指标　表 6-25

检　验　项　目		技术要求
石料压碎值	不大于（%）	24
洛杉矶磨耗损失	不大于（%）	28
表观相对密度	不小于（t /m3）	2.60
吸水率	不大于（%）	2.0
对沥青的粘附性	不小于	4 级

检　验　项　目	技术要求
坚固性　不大于（%）	12
水洗法<0.075mm 颗粒含量　不大于（%）	1
针片状颗粒含量（游标卡尺法）　不大于（%）	15
软石含量　不大于（%）	3

4）　细集料

采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当级配的人工轧制的米砂，不能采用山场的下脚料。对进场细集料每 500 吨检验一次。规格见下表。

细集料规格要求 表 6-26

规格	公称粒径（mm）	通过下列方筛孔（mm）的质量百分率（%）						
		4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S16	0～3	100	80-100	50-80	25-60	8-45	0-25	0-15

细集料技术要求　　表 6-27

检验项目	技术要求
表观相对密度（g/cm3）　不小于	2.50
小于 0.075mm 颗粒含量（%）　不大于	15（宜≤12.5%）
坚固性（%）　不大于	-
砂当量(%)　不小于	60
亚甲蓝值(g/kg)　不大于	25
棱角性(流动时间)(S)　不小于	30

5）填料

宜采用石灰岩碱性石料经磨细得到的矿粉，每 100 吨检测 1 次。矿粉必须干燥、清洁，矿粉质量技术要求见下表，拌和机回收的粉料不能用于拌制沥青混合料，以确保沥青面层的质量。

矿粉质量技术要求　表 6-28

指　　标		技术要求
视密度　不小于（T/m³）		2.5
含水量　不大于（%）		1
粒度范围（%）	<0.6mm	100
	<0.15mm	90～100
	<0.075mm	85～100
外观 （%）		无团粒结块
亲水系数　不大于		1
塑性系数　不大于（%）		4
酸碱度（pH 值）		7～10

6）沥青再生剂

热拌沥青混合料再生剂质量要求　表 6-29

检验项目	RA-1	RA-5	RA-25	RA-75	RA-250	RA-500	试验方法
60℃黏度 cSt	50-175	176-900	901~4500	4501~12500	12501~37500	37501~60000	T0619
闪点（℃）	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	T0633
饱和分含量（%）	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	T0618
薄膜烘箱试验前后黏度比	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	T0619
薄膜烘箱试验前后质量比	≤4，≥-4	≤4，≥-4	≤3，≥-3	≤3，≥-3	≤3，≥-3	≤3，≥-3	T0609 或 T0610

（2）.厂拌热再生沥青混合料 SUP-25 技术要求

1）厂拌热再生 Sup-25 级配要求

厂拌热再生 Sup-25 级配需满足下表的要求

厂拌热再生 Sup-25 设计集料级配限制区界限　表 6-30

筛孔尺寸（mm） / 限制区范围（通过率%）	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75
最小	11.4	13.6	18.1	26.8	39.5
最大	11.4	17.6	24.1	30.8	39.5

厂拌热再生 Sup-25 设计集料级配控制点界限　表 6-31

筛孔尺寸（mm） / 控制点范围（通过率%）	25	19	2.36	0.075
最小	90	90	19	1
最大	100	-	45	7

2）厂拌热再生 Sup-25 技术指标要求

按沥青面层厚度选定沥青混合料类型，Superpave25 压实厚度不低于 8cm，为热拌密级配沥青混合料。其应符合下表的技术标准，沥青混合料进行配合比设计时，动稳定度不应小于 1000

次/mm 热再生沥青混合料 Superpave-25 采用旋转压实试验方法确定最佳沥青用量，并进行混合料性能验证。

厂拌热再生 Sup-25 旋转压实技术指标　表 6-32

沥青混合料类型	压实度（%）			VMA（%）	VFA（%）	F/A
	N初始	N设计	N最大			
Sup-25	≤89	96	≤98	≥12	65～75	0.6～1.2*

注：当级配在禁区下方通过时，粉胶比可取值0.8～1.6。

厂拌热再生 Sup-25 混合料马歇尔技术指标　表 6-33

沥青混合料类型	空隙率（%）	稳定度（KN）	流值（0.1mm）*	VFA（%）	VMA（%）	残留稳定度	60℃动稳定度
Sup-25	4.0～6.0	≥8	20～40	60～70	≥12	≥85	≥1000次/mm

（3）.厂拌热再生沥青混合料 Sup-25 配合比设计方法

1)目标配合比

(1)RAP 料组成分析

对 RAP 料进行抽提分析，得到 RAP 料中沥青含量及旧料矿料颗粒组成，并测定矿料密度、吸水率，作为目标配合比设计依据

(2)RAP 材料性能分析

将抽提出来的旧沥青溶液按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011)中的 T0726 试验方法回收沥青，并测定回收旧沥青的三大技术指标(包括针入度、软化点和延度)；

(3)再生沥青混合料级配初定

根据工程经验，分别选取 RAP 料：旧料与新料比例为 20:80、25:75 和 30:70 进行级配设计，根据旧矿料、新集料、矿粉筛分结果以及给定级配范围，确定各矿料比例。

(4)确定再生混合料中新沥青含量 Pnb

根据集料的性质(密度和吸水率)，计算出三种旧新料比例下的初始沥青总用量 Pb；按式(1)计算混合料中外加新沥青含量 Pnb。

$$P_{nb}=\frac{(100^2-rP_{sb})P_b}{100(100-P_{sb})}-\frac{(100-r)P_{sb}}{100-P_{sb}} \quad (1)$$

式中：Pb—初始沥青总用量，%；

Psb—旧料的沥青含量，%；

r—新料比例。

(5)RAP 料掺配比例的确定

对 RAP 料进行抽提试验，回收旧沥青，选取 RAP 新料比例分别为 20:80、25:75 和 30:70，把不同 RAP 料、新料比例转化为旧沥青和新沥青的比例，进行沥青胶结料的三大技术指标试验，根据沥青指标要求，确定出 RAP 料掺配比例。

(6)再生沥青混合料级配设计

a、在确定的旧料掺配比例下，首先根据 Superpave 级配要求，初选粗中细三个级配，计算各级配的初始沥青用量，用旋转压实仪成型试件，求出各级配的沥青用量。初选的三个级配中至少有个级配其沥青混合料的体积性质指标应满足规定。根据经验从上述 2 个级配中选择一个作为目标级配，按计算沥青用量，计算沥青用量±0.5%，计算沥青用量+1%分别成型四组试件求出最佳沥青用量。

b、根据 JTGF40-2004 的规定，用 Superpave 方法设计出的沥青混合料应采用马歇尔试验方法检验。

c、水稳定性检验。按以上配合比制备试件，检验水稳定性必须满足规定。

d、动稳定度试验。按以上配合比制备试件，检验动稳定度必须满足不小于 1000 次/mm。

2)生产配合比设计与调试

(1)RAP 料性能试验

在生产配合比设计与调试前，需要对旧料再进行抽提试验，得到旧料中沥青含量、矿料级配，与目标配合比中旧料结果进行对比，以检验旧料的均匀性、稳定性。生产配合比调试时，旧料组成以此次试验结果为准。对两档旧料进行含水量测定，通过换算，确定旧料的冷料流量。

(2)冷料流量试验

对两档旧料、不同规格矿料，进行冷料流量试验，确定冷料流量与拌和设备设定参数数量关系，作为后继工作的基础。

(3)确定各热料仓矿料和矿粉的用量

根据冷料流量试验、目标配合比设计结果，对二次筛分后进入各料仓的矿料取样进行筛分，根据筛分结果，通过计算(旧料中矿料按目标配合比比例进行计算)，使矿质混合料的级配符合规定要求，并尽可能与目标配合比设计级配一致，确定各热料仓矿料和矿粉的用料比例。

(4)确定最佳油石比

取目标配合比设计的最佳掺配比 OAC 和 OAC±0.3%三个沥青用量，取以上计算的矿质混合料、目标配合比旧料，采用试验室小型拌和机拌制沥青混合料进行马歇尔试验，检验沥青混合料体积性质，确定生产配合比的最佳沥青用量。生产配合比确定的最佳沥青用量与目标配合比确定的最佳沥青用量之差应不超过 0.2 个百分点。

(5)残留稳定度检验

按以上生产配合比，用室内小型拌和机拌制再生沥青混合料，进行浸水 48h 马歇尔试验，检验残留稳定度，必须满足规定。

(6)生产配合比的验证

用生产配合比进行试拌，沥青混合料的技术指标合格后铺筑试铺段。取试铺用的沥青混合料进行旋转压实检验、马歇尔试验检验和沥青含量、筛分试验，检验标准配合比矿料合成级配中，至少应包括 0.075mm、2.36mm、4.75mm 及公称最大粒径筛孔的通过率接近目标配合比级配值，并避免在 0.3mm-0.6mm 处出现驼峰。由此确定正常生产用的标准配合比。

3)关于沥青混合料室内试验中几点统一做法

(1)进行目标配合比设计和生产配合比设计时，制备试件的混合料，需采用小型沥青混合料拌和机拌和，以模拟生产实际情况。

(2)每组马歇尔试件个数一律用 6 个，旋转压实试件个数不少于 2 个。

(3)试件成型温度：应由沥青等粘温度曲线确定，在缺乏沥青粘度条件时，参照以下温度成型：开始击实温度不低于 140℃。试模应按规定预热。

(4)沥青混合料试件密度试验方泌沥青混合料统一用表干法的毛体积密度。

(5)相对沥青混合料理论最大相对密度，每天两次按 T0711 真空法实测获得，并按每天总量控制算得平均油石比用计算法进行校核，当两者差值小于 0005 时取两者数值较大者作为标准值，当差值超过 0.005 时，应分析原因，论证后取值。沥青混合料试件体积指标，按 JGF40B·5·10 规定计算。

(6)试件的配料、拌和均应单个进行，以确保试验结果的一致性。

6.2.4 特种 SST 超强韧沥青原材料及混合料的技术要求

A、原材料

1） 沥青

沥青面层采用高温性能优异的特种 SST 超强韧沥青，其技术要求见下表。

特种 SST 超强韧沥青技术要求 表 6-34

试验指标		单位	技术要求	试验方法
针入度（25℃，100g，5s）		0.1mm	20～40	T0604-2011
针入度指数 PI		—	≥-0.4	T0604-2011
软化点		℃	≥60	T0606-2011
运动粘度（135℃）		Pa.s	≤3.0	T0625-2011
动力粘度（60℃）		Pa.s	≥4000	T0620-2011
粘韧性		N.m	≥5	T0624-2011
韧性		N.m	≥2.5	T0624-2011
闪点		℃	≥230	T0611-2011
溶解度		%	≥99	T0607-2011
储存稳定性离析，48h 软化点差		℃	≤2.5	T0661-2011
弹性恢复（25℃）		%	≥65	T0662-2000
动态剪切参数 $G^*/\sin\delta$	（60℃）	kPa	≥18	AASHTO T315-02
	（35℃）	kPa	≥980	AASHTO T315-02
薄膜加热 TFOT（163℃，5h）				
质量变化		%	-1.0～1.0	T0609-2011
针入度比 25℃，不小于		%	≥65	T0604-2011
Superpave 性能等级		—	PG82-22	AASHTOM320-03

2） 碎石

碎石最大粒径不应超过 31.5mm，集料压碎值不大于 24%。

3）水

凡饮用水皆可使用，遇有可疑水源，应委托有关部门化验鉴定。

4） M1 型易密实剂

M1 型易密实剂添加量为沥青用量的 0.5%，具有提高压实度，改善沥青混合料工作性的作用。相关技术指标见下表。

M1 型易密实剂技术指标及质量要求 表 6-35

试验项目	质量标准
氨值	510 - 610
PH 值	11.5±1

5）玄武岩纤维

为了提高沥青混合料的路用性能，在沥青混合料中掺加沥青混合料质量的 2.5‰的玄武岩纤维，其技术指标要求见下表：

玄武岩纤维技术要求 表 6-36

试验项目	技术要求
弹性模量（GPa）	≥75
断裂强度(MPa)	≥2000
断裂伸长率(%)	≥2.5
熔点(℃)	≥250
长度（mm）	3-6
直径(μm)	10~20
比重(g/cm^3)	2.6~2.8
吸油率（%）	≥300

B、 沥青混合料

1） 超强韧沥青混合料 SSTSUP-20

（1）沥青

沥青采用特种 SST 超强韧沥青，各项指标及技术要求分别见表 6-34。

（2）粗集料

粗集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，粒径大于 2.36mm。SSTSUP-20 采用石灰岩等碱性石料，应选用反击式破碎机轧制的碎石，严格控制细长扁平颗粒含量，以确保粗集料的质量。粗集料技术指标见下表。

SSTSUP-20 用粗集料质量技术要求 表 6-37

检测指标	技术要求
石料压碎值不大于（%）	24
洛杉矶磨耗损失不大于（%）	28
视密度不小于（g/cm^3）	2.6
吸水率不大于（%）	2.0
对沥青的粘附性不小于	4 级
坚固性不大于（%）	12
针片状颗粒含量不大于（%）	15
水洗法<0.075mm 颗粒含量不大于（%）	1.0
软石含量不大于（%）	3.0

（3）细集料

细集料采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当级配的人工轧制的米砂，石质为石灰岩，不能采用山场的下脚料。细集料技术要求见下表：

细集料技术要求 表 6-38

检测项目	技术要求
表观相对密度	≥2.60
坚固性（＞0.3mm 部分）	≤12
含泥量（<0.075mm 含量）	≤3
砂当量	≥65
棱角性（流动时间）	≥30
水洗法<0.075mm 颗粒含量不大于（%）	12.5

（4）填料

填料宜采用石灰岩碱性石料经磨细得到的矿粉。矿粉必须干燥、清洁，矿粉质量技术要求见下表。

矿粉技术要求表 6-39

检测项目		技术要求	试验方法
视密度(g/cm^3)		≥2.50	T 0352-2000
含水量(%)		≤1	T 0103-1993
粒度范围(%)	<0.6mm	100	T 0351-2000
	<0.15mm	90～100	
	<0.075mm	75～100	
外观		无团粒结块	
亲水系数		<1	T 0353-2000

（5）纤维

为了提高沥青混合料的路用性能，在沥青混合料中掺加沥青混合料质量的 2.5‰的玄武岩纤维，其技术指标要求见表 6-36。

（6）矿料级配设计

根据 superpave 的设计方法及其在我国的应用原则，SSTSUP-20 沥青混合料的级配应同时满足下表的要求：

SSTSUP-20 设计集料级配限制区界限 表 6-40

筛孔尺寸(mm) / 通过率（%）	0.3	0.6	1.18	2.36
最小	13.7	16.7	22.3	34.6
最大	13.7	20.7	28.3	34.6

SSTSUP-20 设计集料级配控制点界限 表 6-41

筛孔尺寸(mm) / 通过率（%）	19	13.2	2.36	0.075
最小	90	/	23	2
最大	100	90	49	8

（7）沥青混合料

SSTSUP-20 沥青混合料的技术指标应同时满足下表的要求。

SSTSUP-20 混合料旋转压实试验技术指标要求 表 6-42

压实度（%）			VMA（%）	VFA（%）	粉胶比 F/A
$N_{初始}$	$N_{设计}$	$N_{最大}$			
≤89	96	≤98	≥13	65～75	0.6～1.2*

*注：当级配在禁区下方通过时，粉胶比可取值 0.8～1.6。

SSTSUP-20 混合料马歇尔试验技术指标要求 表 6-43

空隙率（%）	稳定度（kN）	流值（0.1mm）	VFA（%）	VMA（%）	动稳定度（次）	残留稳定度(%)	冻融劈裂强度比（%）
4～6	≥8.0	15～40	60～70	≥13	≥6000	≥85	≥80

6.2.5 路面粘层及封层

(1)封 层

A.沥青材料

水泥稳定碎石基层养生期满后，应立即进行下封层的施工，基层顶面全断面铺设。沥青路面下封层采用 SBS 改性乳化沥青的技术要求，洒布量（折算成纯沥青）按 0.9～1.1kg/m^2，撒布的集料数量按 5～6m^3/1000m^2计。下封层用沥青材料技术要求见下表。

SBS 改性乳化沥青的技术要求 表 6-44

试验项目		要求
筛上剩余量（1.18mm 筛），% 不大于		0.1
电荷		阳离子（+）
破乳速度试验		慢裂下封层 快裂（粘层）
粘度	道路标准粘度计 $C_{25.3}$（s）	10～25
	恩格拉度 E_{25}	1～10
蒸发残留物性质	针入度（100g，25℃,5s）（0.1mm）	80～130
	软化点（5℃） 不小于	50
	延度（5℃）（cm） 不小于	30
	残留物含量，% 不小于	50（粘层） 53（下封层）
	动力粘度（60℃），Pa。s 不小于	500
常温储存稳定性	5d（%） 不大于	5
	1d（%） 不大于	1
与粗集料的粘附性，裹覆面积不小于		2/3

B.集料

采用坚硬、清洁、干燥、无风化、无杂质、并有适当级配的颗粒组成的人工轧制的米砂，岩性宜为石灰岩，规格 S14（3mm～5mm）。

集料级配范围 表 6-45

规格	公称粒径（mm）	通过下列方孔筛（mm）的质量百分率（%）			
		9.5	4.75	2.36	0.6
S14	3～5	100	90～100	0～15	0～3

(2)粘 层

不粘轮乳化沥青粘层粘层油采用沥青应符合下表的技术要求。

不粘轮乳化沥青技术要求 表 6-46

试验项目		单位	技术指标	试验方法 AASHTO
破乳速度			快裂/中裂	JTG E20， T0658
粒子电荷			阳离子	JTG E20， T0653
恩格拉粘度（E_{25}）			1~30	JTG E20， T0622
储存稳定性	1d	%	≤1	JTG E20， T0655
	5d	%	≤5	JTG E20， T0655
筛上剩余量（1.18mm）		%	≤0.2	JTG E20， T0652

拉拔强度	25℃	Mpa	≥1.2	DB32/T 2285 A. 12
	40℃	Mpa	≥0.7	
蒸发残留物性质	残留物含量	%	≥50	JTG E20， T0651
	针入度（100g，25℃,5s）	(0.1mm）	≤40	TG E20， T0604
	软化点	℃	≥65	JTG E20， T0606
	溶解度(三氯乙烯)	%	≥97.5	JTG E20， T0607
	动力黏度（60℃）	Pa·s	≥5000	JTG E20， T0625
不粘轮试验	60℃		不粘轮	

B.施工工艺及注意事项

1)主要施工机械

沥青洒布车：智能型沥青洒布车 1 辆，具有搅拌和加热功能，喷洒宽度 3m～6m。鼓风机：森林灭火鼓风机 4 台。

2)注意事项

a.喷洒粘层材料之前需对下层沥青层表面进行清扫或清洗

b. 沥青层清扫、清洗风干后，用智能型沥青洒布车喷洒粘层材料。采用不粘轮乳化沥青时，喷洒数量折算成纯沥青为 0.15kg/m^2～0.3kg/m^2。

c. 喷洒的粘层材料应成雾状，在路面全宽度内均匀分布成薄层，不应漏洒，不应堆积。喷洒不足处要补洒，喷洒过量处应予刮除。

6.2.6 即时通免养生水泥稳定碎石材料及技术指标

1 一般规定

1）即时通免养生水泥稳定碎石基层采用集中厂拌混合料、摊铺机摊铺、压路机碾压的工艺施工。

2）即时通免养生水泥稳定碎石混合料采用干质量配合比计算，以集料质量为 100，水泥剂量外加的外比表示，外加剂剂量以水泥质量为 100 外加。

3）即时通免养生水泥稳定碎石基层的施工期宜在冰冻到来半个月至一个月前结束，并尽量避免在高温季节施工。

4）施工时，应遵循下列规定：

（1）配料应准确，拌和应均匀；

（2）混合料摊铺应均匀，减少离析；

（3）严格控制基层的压实厚度和高程，横坡应与面层一致；

（4）应在混合料略大于最佳含水量约 0.5~1.5 个百分点时进行碾压，直到达到试验确定的标准不小于 98%的压实度。

5）即时通免养生水泥稳定碎石混合料应采用专用的粒料拌和机集中厂拌生产。施工中应尽可能缩短从加水拌和到碾压终了的时间，该时间不应超过水泥的初凝时间。

6）应采取各种有效措施，防止即时通免养生水泥稳定碎石基层在施工中出现离析（粗集料集中）和开裂现象。对已经出现的离析和开裂应进行处理，直至将基层铲除重铺。

2 材料要求

（1）水泥：普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥都可用于拌制即时通免养生水泥稳定碎石混合料，宜采用强度等级 42.5 级的缓凝水泥。

水泥的技术要求应符合下表的规定。

水泥技术要求　　表 6-47

试验项目	技术要求
比表面积（m^2/Kg）	≥300
初凝时间（min）	≥180
终凝时间（min）	≥360
3 天抗折强度（MPa）	≥3.5
3 天抗压强度（MPa）	≥18.0
安定性	合格
SO3 含量（%）	≤3.5

采用散装水泥，在水泥进场入罐时，要停放七天，安定性合格后才能使用； 夏季高温作业时，水泥入罐温度不能高于 50℃，否则，应采用降温措施。

（2）粗集料

粗集料宜采用各种硬质岩石或砾石加工成的碎石，也可直接采用天然砾石。碎石压碎值应不大于 26%，粗集料针片状含量应不大于 18%,0.075mm 以下粉尘含量应不大于 2%，4.75mm 以上粗集料应采用单一粒径的规格料。

（3）细集料

细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配。细集料重中 0.075mm 以下材料的塑性指数不大于 17，有机质含量小于 2%，砂当量不小于 50%，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量应不大于 15%。

（4）水

凡是饮用水（含牲畜饮用水）皆可使用，遇到可疑水源，应委托有关部门化验鉴定。

（5）添加剂

应选择专门的即时通免养生添加剂，其检测指标项目应符合下表的规定。

即时通免养生添加剂各项检测指标　　表 6-48

指标类型	检测项目		单位	要求指标
化学成分	pH 值		/	8±1
	碱含量（$Na_2O+0.658K_2O$）		%	≤0.75
物理性能	含固量		%	≥（95±2）
	细度	比表面积	m^2/kg	≥200
		（1.18mm 筛筛余）	%	≤0.05
	限制膨胀率	水中 7d	%	≥0.025
	减水率		%	≥25

3 混合料组成设计

（1）合成级配颗粒组成

水泥稳定碎石颗粒组成应符合下表的规定。

水泥稳定碎石混合料中合成碎石的颗粒组成　　表 6-49

方孔筛尺寸（mm）	通过下列筛孔（mm）的重量百分率（%）
31.5	100
26.5	95～100
19.0	72～89
9.5	47～67
4.75	29～49
2.36	17～35
0.6	8～22
0.075	0～5

（2）混合料组成设计

即时通免养生水泥稳定材料的组成设计包括：根据规定的材料指标要求，通过试验选取合适的集料和水泥；确定合理的集料配合比例、水泥剂量、混合料的最佳含水量和相应的最大干密度。

成型试件 7 天龄期浸水无侧限抗压强度代表值应达到 6.0Mpa。混合料应制成直径和高均为 150mm 圆柱试件，试件制作按《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG E51-2009）的有关要求进行。

①取工地实际使用的集料，分别进行水洗筛分，按颗粒组成进行计算， 确定各种集料的组成比例。要求组成混合料的级配应符合表 6-49 的规定。

为保证配制出的混合料具有较好的抗裂性能以及施工时减少离析的产生，建议配合比设计时级配曲线按正“S”形调整。4.75mm 以上筛孔通过率宜处于级配中值与上限之间，4.75mm 以下（含 4.75mm）筛孔通过率宜处于级配中值与下限之间。

②取工地使用的水泥，按不同水泥剂量分组试验。一般建议水泥剂量按 3.0%、3.5%、4.0%、4.5%四种比例进行试验（以集料质量为 100），即时通免养生添加剂按照水泥剂量 10%添加（以水泥质量为 100）。制备不同比例的混合料（每组试件个数为：偏差系数 10%～15%时 9 个，偏差系数 15%～20%时 13 个），用振动击实法（或重型击实法）确定各组混合料的最佳含水量和最大干密度。

③根据确定的最佳含水量，拌制水泥稳定碎石混合料，按要求压实度（ 振动击实标准 98%，重型击实标准 100%）制备混合料试件，在标准条件下养护 2 天，浸水一天后取出，做无侧限抗压强度。

④水泥稳定碎石试件的标准养护条件是：将制好的试件脱模称重后，应立即放到相对湿度 95%的养护室内养生，养护温度为 20℃±2℃。养生期的最后一天（第三天）将试件浸泡在水中，在浸泡水之前，应再次称试件的质量，水的深度应使水面在试件顶上约 2.5cm，浸水的水温应与

养护温度相同。将已浸水一昼夜的试件从水中取出，用软的旧布吸去试件表面的可见自由水，并称试件的质量。前二天养生期间试件质量损失（指含水量的减少）应不超过 10g，质量损失超过此规定的试件，应予作废。

⑤水泥稳定碎石 3 天浸水无侧限抗压强度代表值应满足设计要求。

⑥试件室内试验结果抗压强度的代表值按下式计算：

$$R_{代}=\overline{R}(1-Z_aC_v)$$

式中：$R_{代}$－抗压强度代表值，MPa；

$\overline{R}$－该组试件抗压强度的平均值，MPa；

Z_a－保证率系数；

C_v－试验结果的偏差系数（以小数计）。

⑦取符合强度要求的最佳配合比作为水泥稳定碎石的生产配合比，用振动击实法（或重型击实法）求得最佳含水量和最大干密度，经审批后，以指导施工。

4 基层养生

即时通免养生水泥稳定碎石施工完成后应立即施工透层、封层，防止表面水分散失影响表面成型，24h 后取出完整芯样即可施工沥青面层。

6.2.7 ATB-25 沥青稳定碎石

1.沥青碎石配合比设计采用大马歇尔方法，大马歇尔击实采用双面各击 112 次，级配见建议级配表：

沥青碎石级配表　　表 6-50

级配类型	下列筛孔（mm ）的通过率（%）												
	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
ATB-25	100	90～100	60～80	48～68	42～62	32～52	20～40	15～32	10～25	8～18	5～14	3～10	2～6

试验级配设计时选定粗、中、细三种级配，分别进行大马歇尔试验，并依据 SSC 法来确定合理的沥青混合料级配。

2. 沥青混合料配合比设计的基本方法如下：

（1）ATB 混合料配合比设计包括目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证阶段，通过配合比设计确定混合料的材料品种及配比、矿料级配、最佳沥青用量。混合料配合比在确定好上述内容后，必须进行设计混合料的性能验证，验证设计混合料是否满足预期的性能。

（2）ATB 混合料的设计采用马歇尔试件的体积设计方法进行，有条件的地方也可采用旋转压实成型按体积法设计，配合比设计的技术要求如表 ：

ATB 混合料配合比设计技术指标　　表 6-51

检　验　项　目	技术要求
马歇尔试件击数	双面击各 112 次
设计空隙率（%）	3～6
矿料间隙率（%）	不小于 13
SSC（%）	不小于 80
饱和度（%）	55～70
稳定度（kN	不小于 15kN
流值(0.1mm)	40～80
浸水马歇尔残留稳定度（%）	不小于 75
车辙动稳定度	实测
无侧限抗压强度（20℃,MPa）	有条件时实测
劈裂强度（20℃,MPa）	有条件时实测
抗压回弹模量	有条件时实测

注：对干燥重载交通的地区，可以适当放宽设计空隙率到 8%。

（3）按相关的试验规程进行各种集料的相对密度、矿粉及沥青的相关试验，检验各种原材料是否符合规范要求。

（4）确定设计空隙率，根据道路的交通量及气候情况，确定 ATB 混合料的设计空隙率，一般确定设计空隙率为 5%。

（5）设计级配的马歇尔试验。根据 ATB 混合料推荐的级配范围，结合实体工程实际情况确定设计级配范围，并根据设计级配范围及各种原材料的筛分结果，设计级配的最大公称尺寸情况确定粗细集料的分界点（以最大公称尺寸为 25mm 的混合料为例，其分界点为 13.2mm），以粗细集料的分界点为基准，确定粗、中、细三种级配，按设计的料堆比例配料进行四种油石比的马

歇尔试验，测定马歇尔试验各项体积指标及稳定度、流值等。

（6）确定设计最佳油石比。根据各级配马歇尔试验结果，确定设计空隙率下的油石比及马歇尔密度，并计算混合料中粗集料的密度。公式如下：

$$D_{cm}=(G_{mb}*d_w)*(1-AC)*R$$

式中：　D_{cm}——混合料粗集料密度；　　G_{mb}——试件毛体积密度

d_w——水的密度；　　AC——沥青用量

R——粗集料占混合料的百分比；

（7）设计级配的选取，根据粗、中、细三种级配的材料组成，测定粗集料的捣实密度。根据最大公称尺寸的大小，按下表确定采用的捣实容器尺寸。

测定粗集料捣实密度用容器尺寸　　表 6-52

容量（L）	内径(mm)	内高（mm）	底厚（mm）	壁厚（mm）	集料最大公称尺寸（mm）
10	205±2	305±2	5.0	2.5	25
15	255±5	295±5	5.0	3.0	40
20	355±5	305±5	5.0	3.0	100

a.测定方法如下：

A.将集料在 110±5℃烘箱中烘至恒定质量。

B.根据上表选取适宜的试验容器。用室温的水对容器的体积进行标定，并按下表对水的体积进行修正。

水的密度与温度的关系　　表 6-53

水温（℃）	密度（g/cm³）	水温（℃）	密度（g/cm³）
15.6	0.99901	23.9	0.99732
18.3	0.99854	26.7	0.99659
21.1	0.99797	29.4	0.99583
23.0	0.99754		

b.对最大粒径不大于 40mm 的路面集料，分 3 次装入容器中达 1/3 的高度，每次用一根直径 16mm，长 600mm，一端为圆头的钢棒，均匀地捣实集料 25 次，捣实至下层的表面附近。最后使集料与容器口大体齐平，用稍细的集料填充表面的大空隙，用直尺刮平。

c.称质量，按标定的体积计算集料的捣实密度。公式如下：

$$D_{ca}=\frac{(A-B)}{C}$$

式中：

Dca——粗集料捣实密度；　　A——粗集料+干捣容器重；

B——干捣容器重；　　C——干捣容器体积；

（8）计算三种混合料的 SSC，公式如下：

$$SSC=\left(\frac{D_{cm}}{D_{ca}}\right)*100$$

式中：SSC——混合料中粗集料嵌挤状况的量度；

D_{cm}——混合料粗集料密度；

D_{ga}——粗集料捣实密度；

（9）确定设计级配，根据 SSC 测定结果，选择 SSC>80%的级配为设计级配，并检验其它体积指标、马歇尔试验的稳定度、流值指标是否符合要求。

a.进行设计级配的性能检验，性能检验的指标及要求见下表。

b.提交 ATB 混合料配合比设计报告。

c.目标配合比设计时，根据原材料筛分结果来计算级配，以油石比 3.0%、3.5%、4.0%、4.5%分别成型试件，并测定或计算相应的马氏指标，确定 5.0%的空隙率下的油石比作为最佳油石比。设计最佳油石比下沥青碎石混合料马歇尔指标应满足下表的标准：

沥青碎石混合料马歇尔标准　　表 6-54

马氏指标 级配	空隙率（%）	饱和度（%）	稳定度（KN）	流值(0.1mm)	矿料间隙率(%)	浸水马歇尔残留稳定度(%)
ATB-25	5.0	55-70	>15	40-80	>13	>75

d.沥青混合料试验参照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》。

e.目标配合比设计要求须进行抗压回弹模量及高温稳定性检验，抗压回弹模量指标大于 800MPa，试验方法采用规范单轴压缩法，试验温度为 20℃；高温稳定性采用车辙试验验证。

f.抗压回弹模量及车辙试验动稳定度指标作为目标配合比设计参考指标。

6.2.8 地聚物注浆

（1）.地聚合物注浆材料

地聚合物注浆材料是利用工业废渣矿物活性成分等材料，通过碱激活剂形成胶凝体结构的无机高分子材料，是一种具有有机高分子、陶瓷、水泥等优良性能的高性能无机胶结材料。由于具备超高流动性与渗透性：通过填充、渗透和挤密可将地聚合物注浆材料进入微细空隙中，修复道路基层、路面病害和补强路面结构整体强度。激活基层或土壤中的惰性材料：通过碱激发剂可激活基层或土壤中惰性的二氧化硅和氧化铝，使地聚合物注浆材料与基层或土壤形成结石体，提高道路的承载能力。抗水冲刷能力强：地聚合物注浆材料反应后结构致密，抗水冲刷能力强。

地聚合物注浆材料是针对道路的基层缺损补强开发研制的，该材料自身强度高流动度大，渗透性好，具有粘结性。

地聚物注浆加固施工配合比　　表 6-55

LY-Ⅱ地聚物	专用细集料	水
1	0.25	0.36

地聚合物注浆材料性能指标　　表 6-56

类型	流动度(s)	泌水率(%)		抗压强度(MPa)		
		3h	24h	1d	7d	28d
LY-Ⅱ型	16~30	0	0	≥5.0	≥20.0	≥30.0

(2）.地聚合物注浆加固施工工艺

孔位布置→钻孔→清孔→埋注浆管→管口周围密封→浆料拌制→基层注浆加固→路基注浆修复→封孔→拔管→ →养护→开放交通→交工验收

加固顺序先路基，后路面基层。根据原结构设计，基层加固深度穿透路面底基层，达到路面底基层底面以下 10 cm，暂定 78cm。路基加固深度暂定在 200cm。

基层注浆压力控制在 0.3～0.5MPa，注浆最大压力超过 0.5MPa 时，应立即暂停注浆，再次注浆，如果仍然超过 0.5MPa，则此次注浆结束。

路基注浆注浆压力控制在 0.5～1.5MPa，注浆最大压力超过 1.5MPa 时，应立即暂停注浆，再次注浆，如果仍然超过 1.5MPa，则此次注浆结束。

同时注意，第一，应先对路基进行注浆加固，4-8h 后再对路面基层进行注浆加固。第二，注浆管采用直管注浆，注浆过程中应对注浆区域周边范围的道路设施进行监测，防止路面抬升起拱或浆液流失。注浆过程中应控制路面的抬升高度，路面抬升宜不大于 3cm。

6.2.9 沥青混合料压实度要求

沥青混合料压实度应满足以下性能指标，见下表。

沥青混合料压实度技术要求　表 6-57

指标	检查方法	技术要求
压实度	每 2000m2 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	马氏密度代表值的 98% 理论密度代表值的 93%

6.2.10 沥青路面抗滑要求

沥青路面在质量验收时抗滑性能指标应符合下表的规定。

沥青路面抗滑性能指标表 6-58

年平均降雨量（mm）	摩擦系数 BPN_{20}	构造深度 TD（mm）
>1000	≥54	0.8~1.2

6.2.11 沥青路面渗水系数及抗滑要求

路表渗水系数应符合下表的规定。

沥青路面渗水系数指标　　表 6-59

检查项目	检查方法和频率	质量要求或允许偏差	试验方法
路表渗水系数，不大于	渗水试验仪：1 次/200m/车道	50ml/min	T 0971

6.2.12 沥青路面验收要求

参照《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）第一册 土建工程第 5.22 条规定（P23）执行。

6.2.13 抗裂贴

抗裂贴技术指标要求见下表：

抗裂贴技术指标表表 6-60

技术要求	技术指标	检验方法
最大拉力时延伸率	≥20%	GB 18242-2008
抗拉强度	≥20kN/m	GB 18242-2008
软化点（聚合物）	≥80℃	GB 18242-2008
弹性恢复（25℃）	90%	JTG 052-2000
低温脆裂	- 20℃	GB 18242-2008

技术要求	技术指标	检验方法
厚度	2㎜	企业标准

7. 施工期间的交通组织原则和措施

7.1 施工工期安排

施工期限约为 4 个月，具体根据项目报审进度进一步沟通确定。

7.2 主要工程的施工方法

7.2.1 路面施工方法

为了保障养护工程的施工质量，在施工过程中应遵循以下步骤：

1、预先做好施工准备工作，包括招投标，材料来源的考察，根据施工工艺要求进行材料性能试验，确定可靠的料源；

2、进行临时交通组织设计，确定合理的交通分流方案，对施工车道进行封闭，满足相应的施工机械设备进场要求，同事满足地方车辆的通行要求；

3、对原路面进行检测，按照设计资料有关病害处理的方法，对原路病害进行细致调查，采取相应的处理措施，确定工作段落；

4、进行路面养护施工。

5、全线开放交通。

本项目主要对原有的路面进行养护改造，避免各种病害进一步往深层次发展。作为养护工程，它要求对原路的各种病害进行彻底认识和预见。因此，施工前必须对原路面进行认真细致的检查测，根据检测结果按设计文件要求对不同病害采取不同处理方案，当处理方案与设计文件不符时，应及时与设计部门进行确认。

另外，施工应优先考虑全机械化施工方案，配备搅拌设备，实现机械拌和，严格控制材料用量和组成，实行严格的工序管理，做好现场监理和工序检查工作，确保施工质量。路面施工对施工季节、施工温度、原材料、配合比都有很高的要求。施工过程中应严格执行设计文件中的施工要求。

7.2.2 主要材料供应及运输方式

本市地区公路交通近年来发展很快，本地材料或苏州市场购买的材料可尽量使用汽车运输，运输速度快、运量大，通过少量施工便道可直接到达工程所需位置，减少中间环节，以节约成本。

7.2.3 施工交通组织

养护工程与沿线经济发展息息相关，选择合理的实施方案是该工程能否顺利实施的基本保障。

施工方案包括两部分，一是项目本身的实施技术方案，二是项目实施过程中的交通组织方案。

（一）实施技术方案遵循的原则：

1、技术可靠的原则：根据各分项工程的技术特点选择实施方案，合理安排工序和工艺，确保工程实施质量。

2、方便、适用的原则：采用的技术方案要切合实际条件，不盲目追求“高、新技术含量”。

3、快捷、经济的原则：由于本项目建设工期短，实施方案应选择适应工期需求，同时要考虑建设投资的控制。

（二）交通组织方案应遵循的原则

1、不中断交通的原则：要求施工期间不中断主线的交通，保证各个时段主线的通行。

2、尽量少影响原则：要将对主线交通的影响程度减少到最小，这包括影响强度最小和影响时间最短，即要在施工期给本项目提供尽可能大的通行能力，减少连续影响的路段长度和影响时间；在减少对本项目影响的同时，也要尽量减少对被交路交通的影响。

（三）施工期交通组织

路面工程的实施对本项目交通的影响较大，除路面工程施工必须满足设计和规范要求外，交通组织方案尤为重要。

本项目路段的交通组织，根据现场实际情况合理布置现场机械停放、材料堆放及交通维护等工作，应符合一级公路养护作业控制区的相关规定。

1、公路养护作业区

a、作业区要求

公路养护作业区本向应布置警告区、上游过渡区、缓冲区、工作区、下游过渡区和终止区，对向应布置警告区和终止区，不同路段布置形式如下图所示。

1）限速

①限速过程应在警告区域内完成。

②限速采用逐级限速或者重复提示限速的方法。逐级限速每 100m 降低 10km/h。相邻限速标志间距不宜小于 200m。

③本次设计限速一般路段值为 40km/h。

2）警告区

警告区最小长度不应小于 1.5km。

3）工作区

除借用对向车道通行的高速公路及一级公路养护作业外，工作区的最大长度不宜超过 4km。

借用对向车道通行的高速公路和一级公路养护作业，工作区的长度应根据中央分隔带开口间距和实际养护作业而定，工作区的最大长度不宜超过 6km。当中分分隔带开口间距大于 3km 时，工作区的最大长度应为一个中央分隔带开口间距。

4）过渡区

上游过渡区长度不应小于 120m，下游过渡区长度不宜小于 30m。

1）终止区

终止区长度不宜小于 30m。

b、作业区布置

养护作业区布置如图所示。

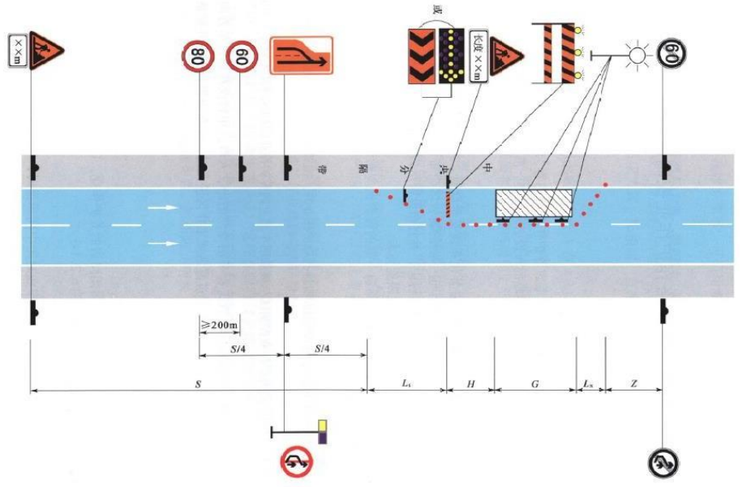


图 7-1 封闭内侧车道养护作业

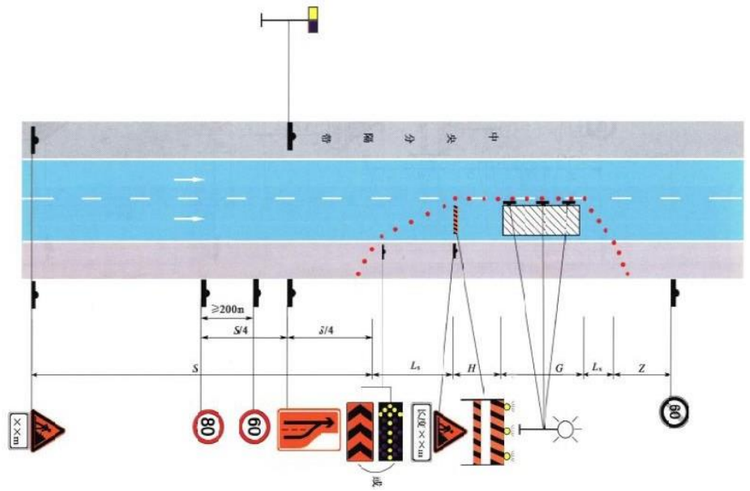


图 7-2 封闭外侧车道养护作业

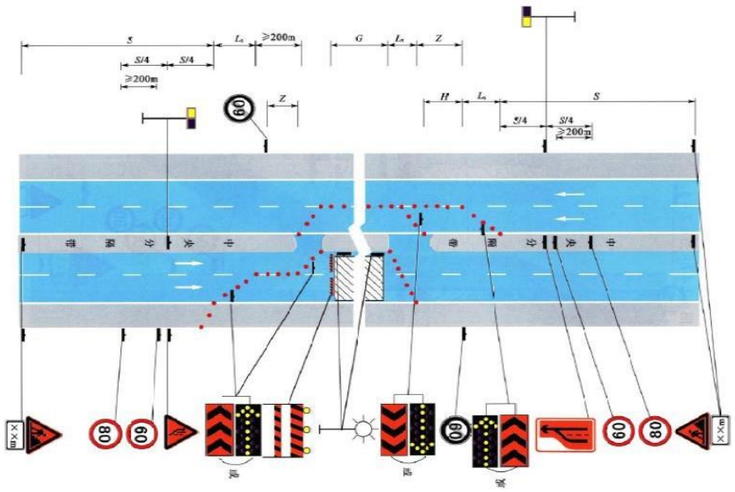


图 7-3 借用对向车道通行养护作业

2、交通维护具体实施

本工程处于正在营运的公路上进行，车辆多，车速快，交通维护对行辆车和施工人员的安全尤为重要。此外，项目部还应跟当地交警、路政建立良好的合作关系，为进行交通维护的报批和执行提供良好的社会条件。

交通维护采用分车道施工的方法，采用平行流水作业。具体方法如下：

（1）在施工前方放置交通标志及警示牌（限速牌、单向行驶和锥型筒等标志）。夜间设置

红色警示灯。

（2）在作业区两端设置栏杆，成立交通值班小组，由 6 人组成，分成两组，每组 3 人，选一组长作为机动人员便于指挥交通。每天 24 小时专人值班。

（3）施工范围设置施工标志，告请车辆小心慢行和告请群众注意安全，施工范围内的坑、沟等危险部位设置隔离墩，加盖防护设施，并设置警示标志，同时施工时在所占路段设交通导向标志，保证施工现场道路顺畅。

（4）施工现场设置保证施工安全的夜间照明和保证车辆交通安全的路灯照明。

（5）施工作业区是控制区中最重要的防范区段。除了标志设施外，作业区增加另外三套管理，第一是要用锥形桶或水马把作业区与行车的界面隔离开来，锥形桶适当加密， 以车辆不能驶入为准；第二是安全专职人员现场指挥；第三是加强施工作业管理，设施完整，摆放正确，使行车有序，确保交通安全。

（6）施工作业结束后做好恢复交通的各项工作：撤除场内设备，清除场内剩余材料及废物，使路面洁净，撤除警示灯具，开放交通，从封闭末端向起点撤除安全锥和标志，关闭活动开口，撤离现场指挥人员，撤除封闭公告。

（7）现场安全员配备对讲机，用于及时联系指挥车辆安全通行。

8. 节能环保

8.1 主要节能措施

《建设节约型交通指导意见》明确提出了我国交通节能战略目标，即：树立节约型交通发展理念，实现基础设施耐久化、运输结构合理化、资源利用高效化，降低增量资源的使用和基础设施全寿命周期成本，提高运输供给能力和资源的使用效率，引导节约型的交通增长方式和消费模式，为交通全面协调可持续发展提供有力保障。

8.1.1 注重节能设计

在设计中，始终注重节能设计，路面、路基、桥梁及沿线设施等工程设计遵循建设节约型交通的理念，合理确定工程规模，降低能源消耗。坚持“安全、耐久、节约、和谐”的设计指导思想，采用合理的工程措施设计。

8.1.2 强化公路施工的节能建设

各建设单位和施工单位要对进入施工场地的重点耗能机械设备制定监督管理措施，限制高耗低效、污染物排放量高的机械设备进场，要将合理控制施工机械设备的能耗与改进施工工艺确保工程质量结合起来，达到节能减排、降低施工成本的目的。

8.1.3 节能评价

项目建成后，区域路网结构得以改善，节约了能源，减少了自然资源的浪费，有利于环境保护和国民经济的可持续发展。从节约能源的角度看，建设本项目有利于节约能源。

8.1.4 老路沥青面层再生处理

根据《江苏省“十四五”综合交通运输体系发展规划》《江苏省“十四五”公路养护管理发展纲要》等文件，到 2025 年，普通国省道废旧沥青路面材料回收率达到 100%，循环利用率达到 95%。

为了进一步贯彻落实资源节约、节能减排、绿色养护等相关要求，本项目设计对老路铣刨料拟采用如下处理方案：

1、老路沥青面层与基层全部铣刨废料除就地利用以外应全部回收至相应的沥青面层拌合楼或基层拌和楼，施工现场必须实现零废弃。

2、本项目采用沥青砼厂拌热再生技术，部分铣刨的老路沥青面层废料经过加工处理作为本次大修工程的筑路材料。

3、根据周边其他低等级道路的建设计划，本项目的老路沥青面层铣刨料，可用于农村公路、市政道路、住宅小区等其他低等级道路或有需求的再生沥青面层材料，总体上沥青面层回收料实现零废弃，利用率达到 100%。

4、基层铣刨料可通过厂拌再生或直接回填等方式用于路基换填、沟塘回填，场地硬化、施工便道等。

8.2 新材料的应用

8.2.1 即时通免养生水泥稳定碎石应用技术

即时通免养生水泥稳定碎石，是在常规水稳中添加免养生添加剂，基层碾压完成后可以在 20-24 小时内达到满足要求的强度，此工艺具有以下技术特点：

（1）缩短基层养生时间；

（2）保证施工连续性；

（3）降低基层养生过程中可能出现的交通安全隐患；

（4）施工工艺与传统水稳基层施工一致；

主要适用于公路建设工程汇总交通封闭的困难项目和应急抢修工程。

为尽量减少车道施工对本项目交通组织的影响，本次拟选用即时通免养生水泥稳定碎石作为局部基层换填，进一步试验免养生水稳的性能。

8.2.2 地聚物注浆应用技术

地聚合物注浆材料是利用工业废渣矿物活性成分等材料，通过碱激活剂形成胶凝体结构的无机高分子材料，是一种具有有机高分子、陶瓷、水泥等优良性能的高性能无机胶结材料。注浆的核心与实质是浆液的胶结，凝固、固结以及与此有关的处理对象的密实、稳定和增强等。

由于交通量大，路面养护周期紧张，为尽量减少对交通流的影响，本次选取**现状有唧浆病害的路段处进行地聚物注浆加固基层处理。**

8.3 施工期间环境保护措施

本项目沿线河塘水系较多，施工营地和物料堆场的设置应尽量远离沿线水体。

本项目沿线还经过村庄，施工作业时应采取有效措施，配备足够的洒水车，尽可能减少粉尘的影响，避免或减少夜间施工。控制施工车辆及机械设备辐射的噪声、光污染对附近村镇的影响。堆料场应设在常年信风下侧。施工期间做好道路绿化保护工作及与周围环境协调工作。

8.4 社会影响分析

8.4.1 项目对区域相关产业发展的影响

交通在促进经济社会发展的要素中，扮演着越来越最重要的角色，交通是经济发展的命脉，是城市扩张的动脉。交通运输是国民经济增长的先导基础产业和重要支撑。交通运输设施的建设可拉动相关的国民经济产业的发展，如采掘业、制造业、电力、煤气、水的生产供应业、建筑业、交通运输仓储及邮电通讯业等。

本项目的建设将为施工企业创造大量的劳动就业机会，并消耗大量的木材、钢材、水泥、石油沥青等建材，可为社会其他相关产业增加许多就业机会。

8.4.2 项目对区域相关产业发展的影响

昆山作为苏州市发达的地区，“两头在外”的经济特点使得该区域与外界联系强度大。城镇化水平高、土地开发强度大、各级各类开发区、工业园区密布，经济社会活动频繁，区域内部、区域对外交通出行需求大。224 省道是区域内的重要交通干线，通过本项目的实施，能更有效的服务于沿线城镇的交通出行，满足沿线经济社会发展的需要，加快区域城镇化进程。

8.4.3 项目对扩大社会服务容量的影响

公路项目作为基础设施建设项目，投资巨大，建设和运营期间均可提供大量的就业机会。

项目不仅在建设期间为当地居民提供了直接的就业机会，而且公路开通后，由于对经济发展的促进作用，还会为当地居民提供很多的间接就业机会，提高就业者的收入，改善其生活水平。项目的建设可促进公路沿线经济布局，拓宽就业机会。

依据以往的经验，中心城市对周围地区的辐射作用主要集中在干线公路沿线地带，说明这种经济增长的带动作用主要依托交通轴、依时间距离而非空间距离发生作用。通过公路的建设，将扩大社会服务容量，推进经济的发展。

9. 项目预算

9.1 编制依据

1．江苏省《公路养护工程预算编制办法及定额》（DB 32/T 1649-2010）2016 营改增;

2．《公路工程预算定额》（JTG/T 3832-2018）;

3. 《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）;

4. 《公路工程基本建设项目概算预算编制办法》（JTG 3830—2018）;

5. 江苏省交通厅【2009】21 号《关于我省取消公路工程机械台班费用定额中养路费及调整车船税的通知》;

6. 《省交通运输厅关于执行交通运输部第 86 号公告有关补充规定的通知》苏交建〔2019〕22 号;

7. 《省交通运输厅关于调整我省交通建设工程人工费单价的通知》（苏交质〔2012〕40 号）;

8.《江苏省住房和城乡建设厅文件》苏建函价（2019）178 号，采用一般计税方法的建设工程，增值税税率从 10%调整为 9%，工程造价计算公式调整为：工程造价=税前工程造价×（1+9%）;

9.设计文件确定的技术标准、建设规模、工程方案及工程量。

9.2 人工、材料及各项费用计取标准

1.人工费：本预算编制依据为江苏省《公路养护工程预算编制办法及定额》（DB 32/T 1649-2010）2016 营改增。养护人工费和机械人工费按苏交质[2012]40 号文《关于执行交通部〈公路工程基本建设项目概算预算编制办法〉有关补充规定的通知》，分别为 73.1 元/工日和 87.07 元/工日。借用公路定额的人工费根据省交通运输厅苏交建[2019]22 号《省交通运输厅关于执行交通运输部第 86 号公告有关补充规定的通知》，人工费：128.17 元/工日，机械工：128.17 元/工日。

2.材料费：

（1）指标基价：直接采用《公路养护工程预算编制办法及定额》基价。

（2）材料价格：根据 2023 年 2 月苏州市交通建设工程主要地材指导价格、以及市场价格综合确定。

3.费率

按照《江苏省公路养护工程概算编制办法及定额》DB 32/T 1649-2010。

4.预备费

（1）价差预备用费

根据国家发展计划委员会文件计投资【1999】1340 号文规定，投资价格指数按零计算。

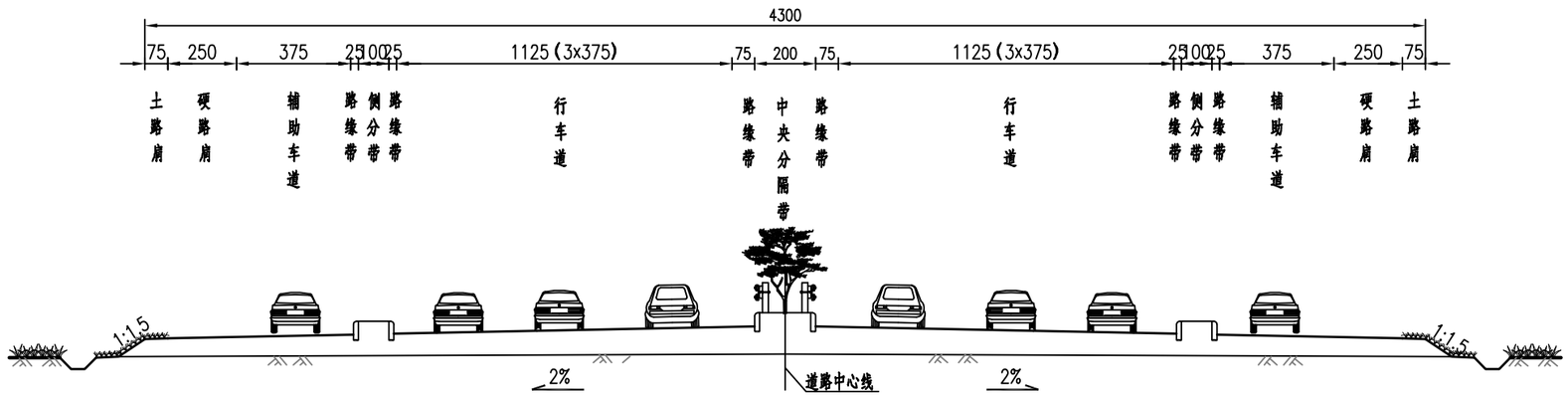
（2）基本预备费

以第一、二、三部分费用之和（扣除固定资产投资方向调节税和建设期贷款利息两项费用）为基数按 3%计列。

9.3 工程投资

此次 224 省道昆山段养护方案设计，路线全长 3.4Km。本项目预算总金额 523.15 万元，平均每公里造价 153.86 万元，其中建安费为 447.70 万元，平均每公里建安费为 131.68 万元。

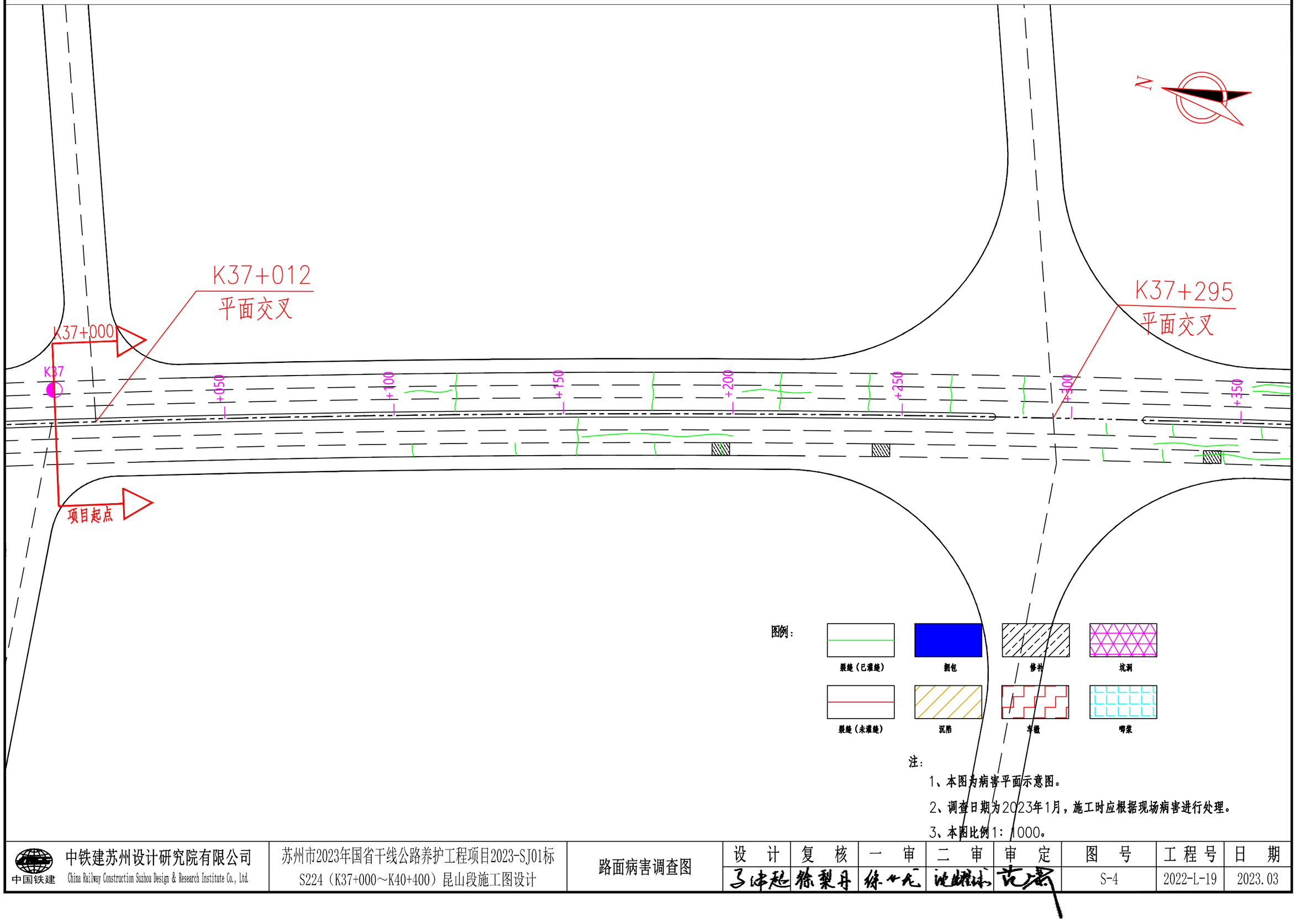
路基标准横断面图(1:200)



注：

1. 本图单位除注明外，余均以cm计。
2. 本图标准横断面为现场实测横断面。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路基标准横断面设计图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
				徐梨丹				S-3	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 翻包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 唧浆

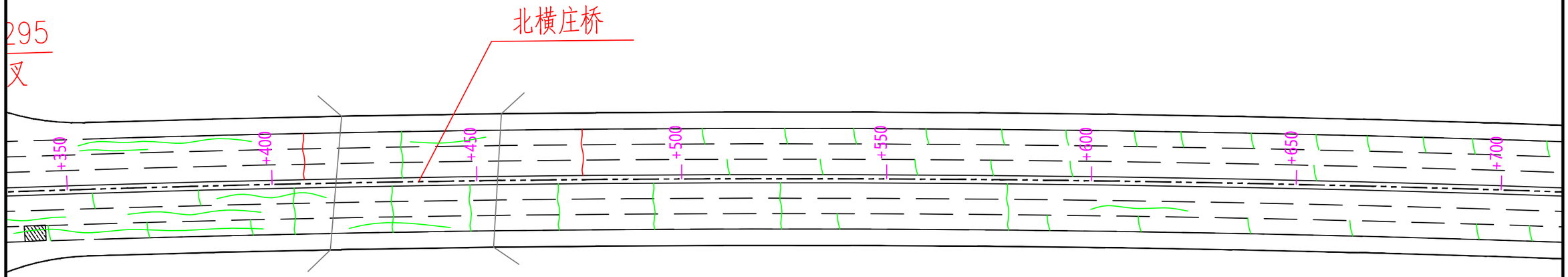
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
中国铁建								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 掉包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 唧浆

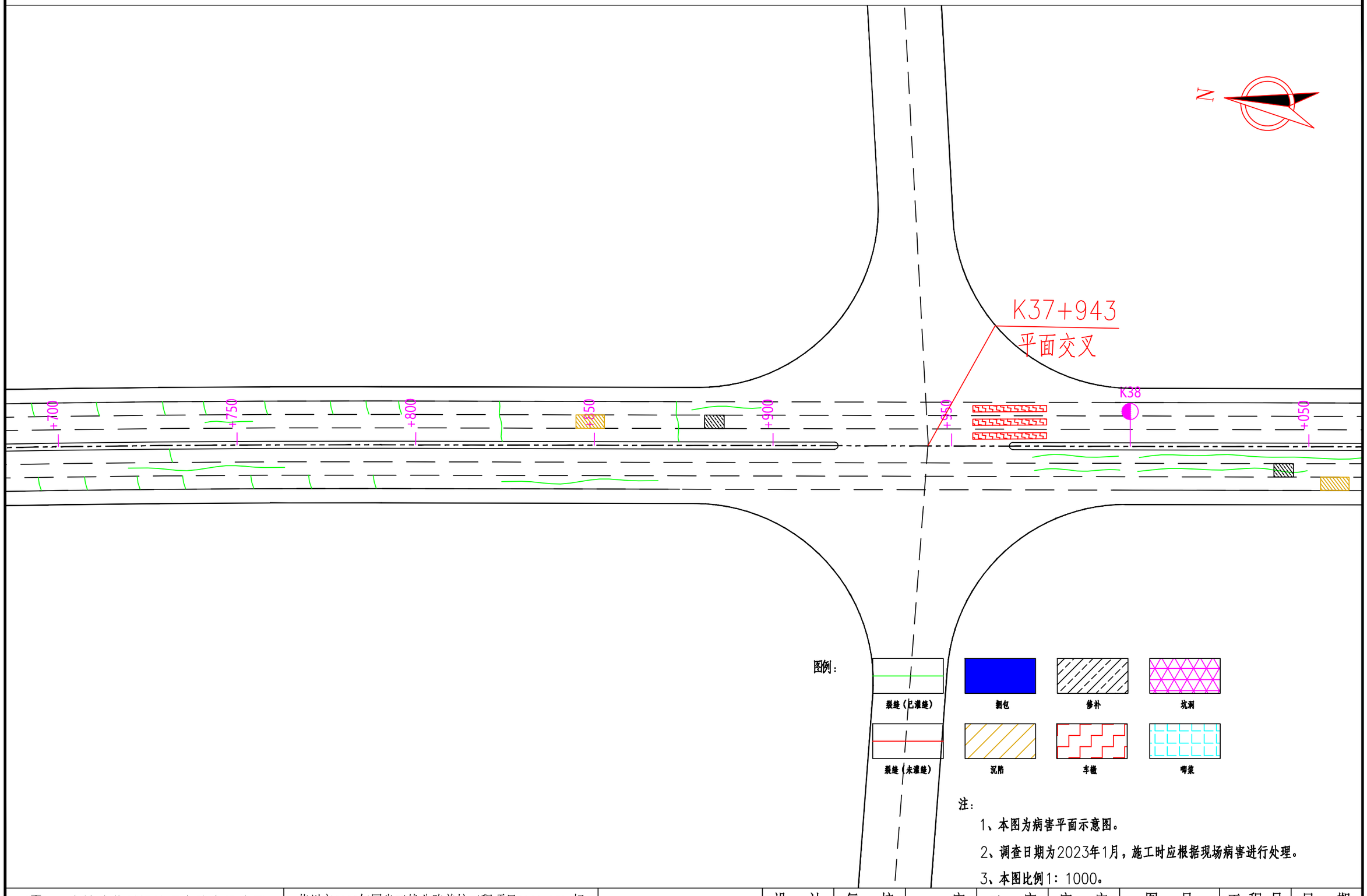
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-4	2022-L-19	2023.03



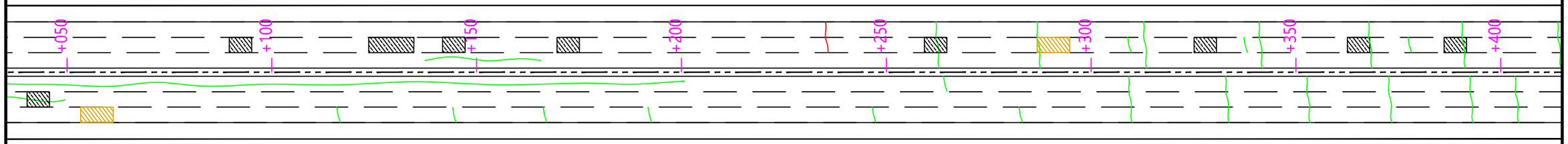
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
中国铁建								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 翻包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 喷浆

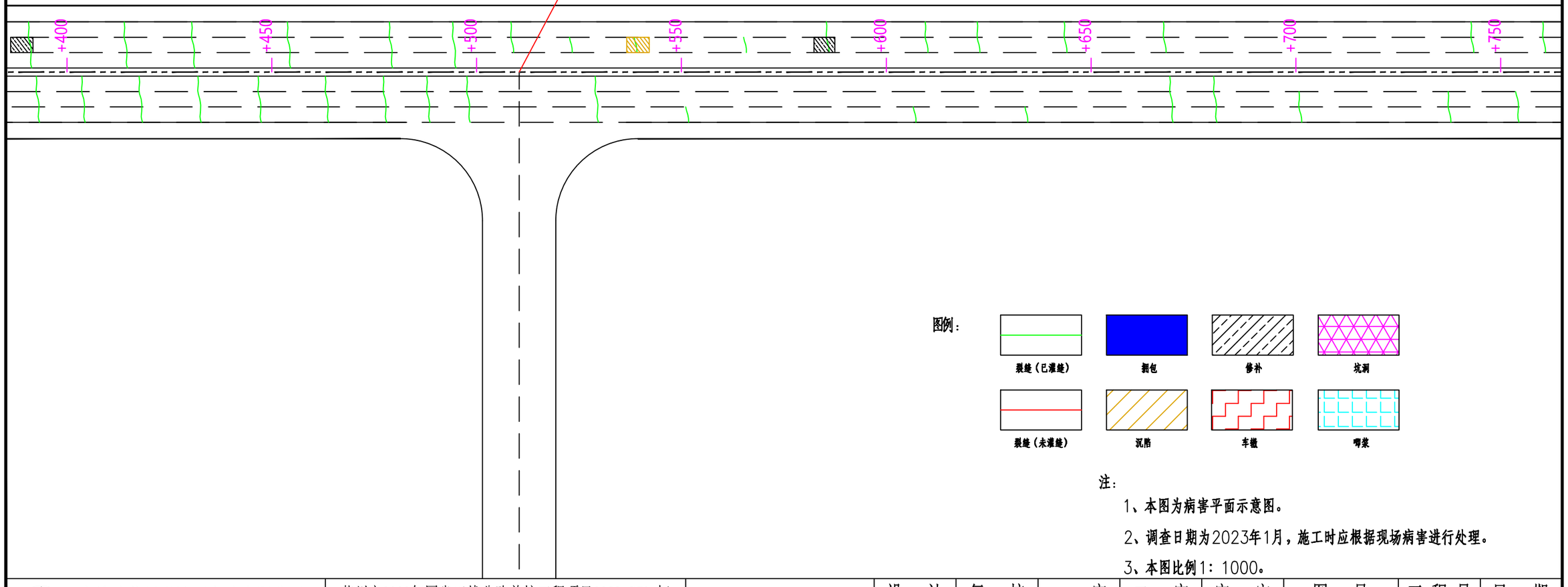
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 翻包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 喷浆

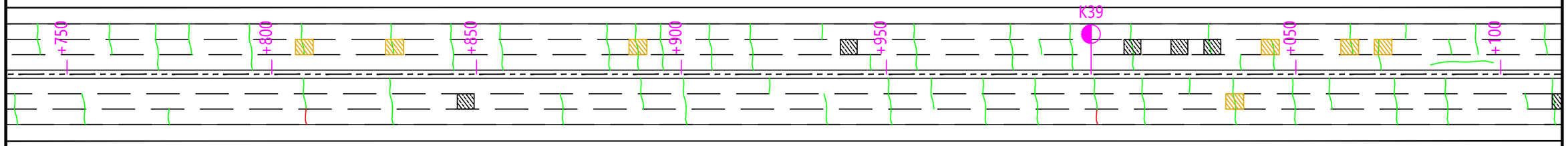
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
中国铁建								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 翻包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 喷浆

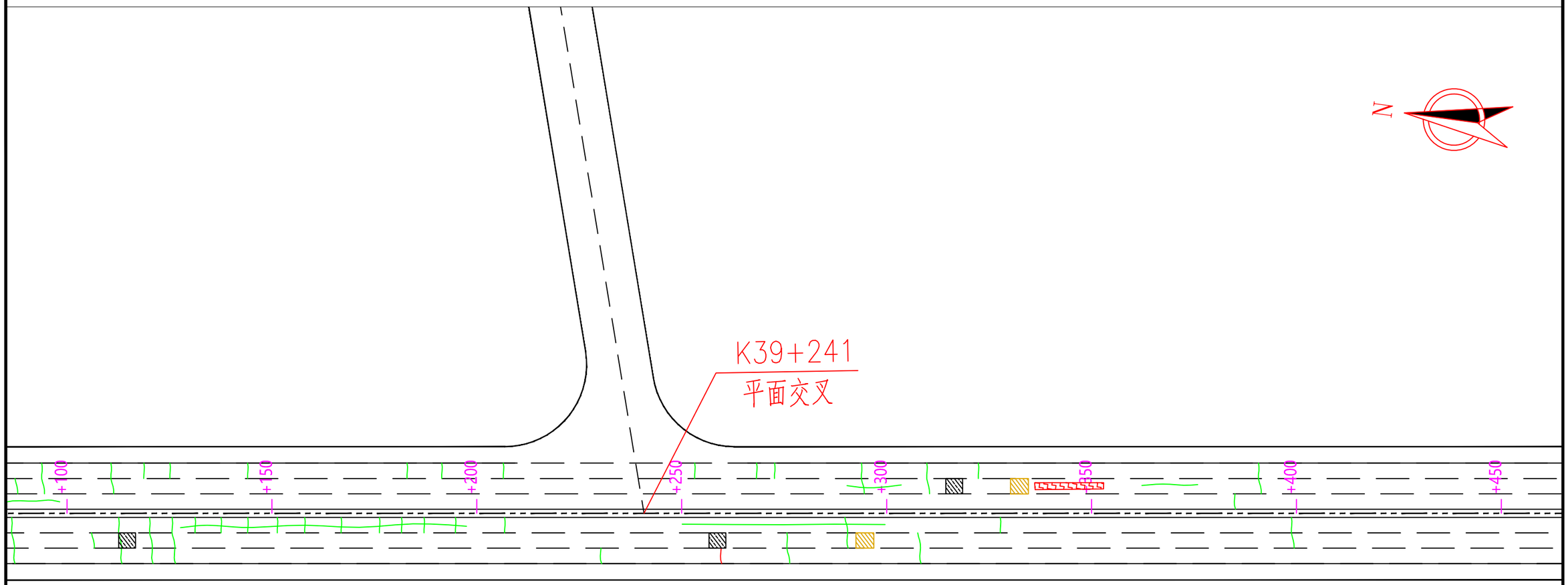
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
中国铁建								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 翻包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 喷浆

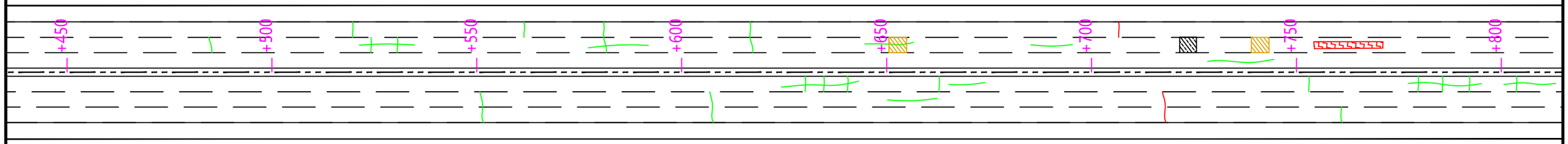
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
中国铁建								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 翻包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 喷浆

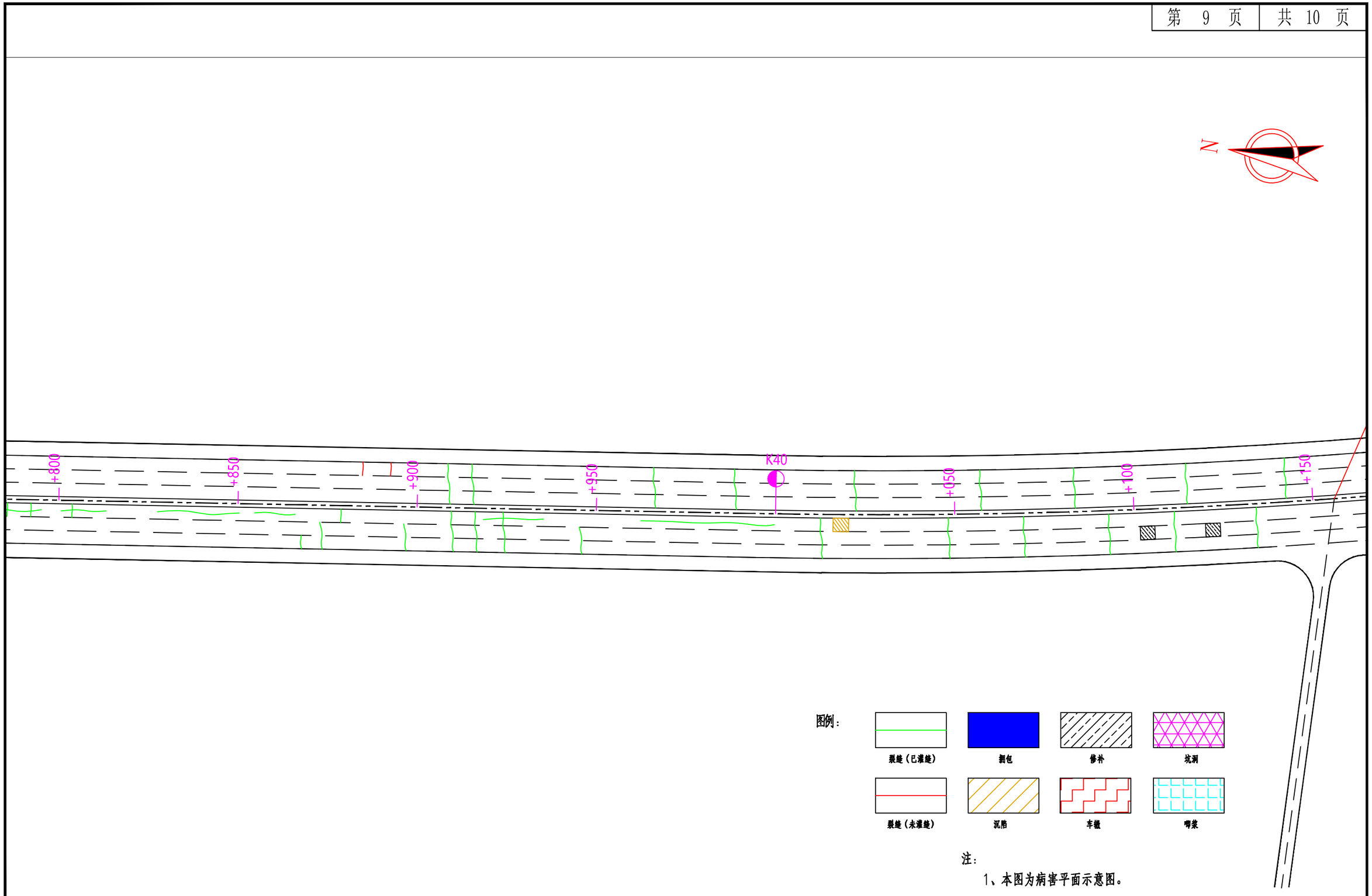
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝）　　拥包　　修补　　坑洞

裂缝（未灌缝）　　沉陷　　车辙　　喷浆

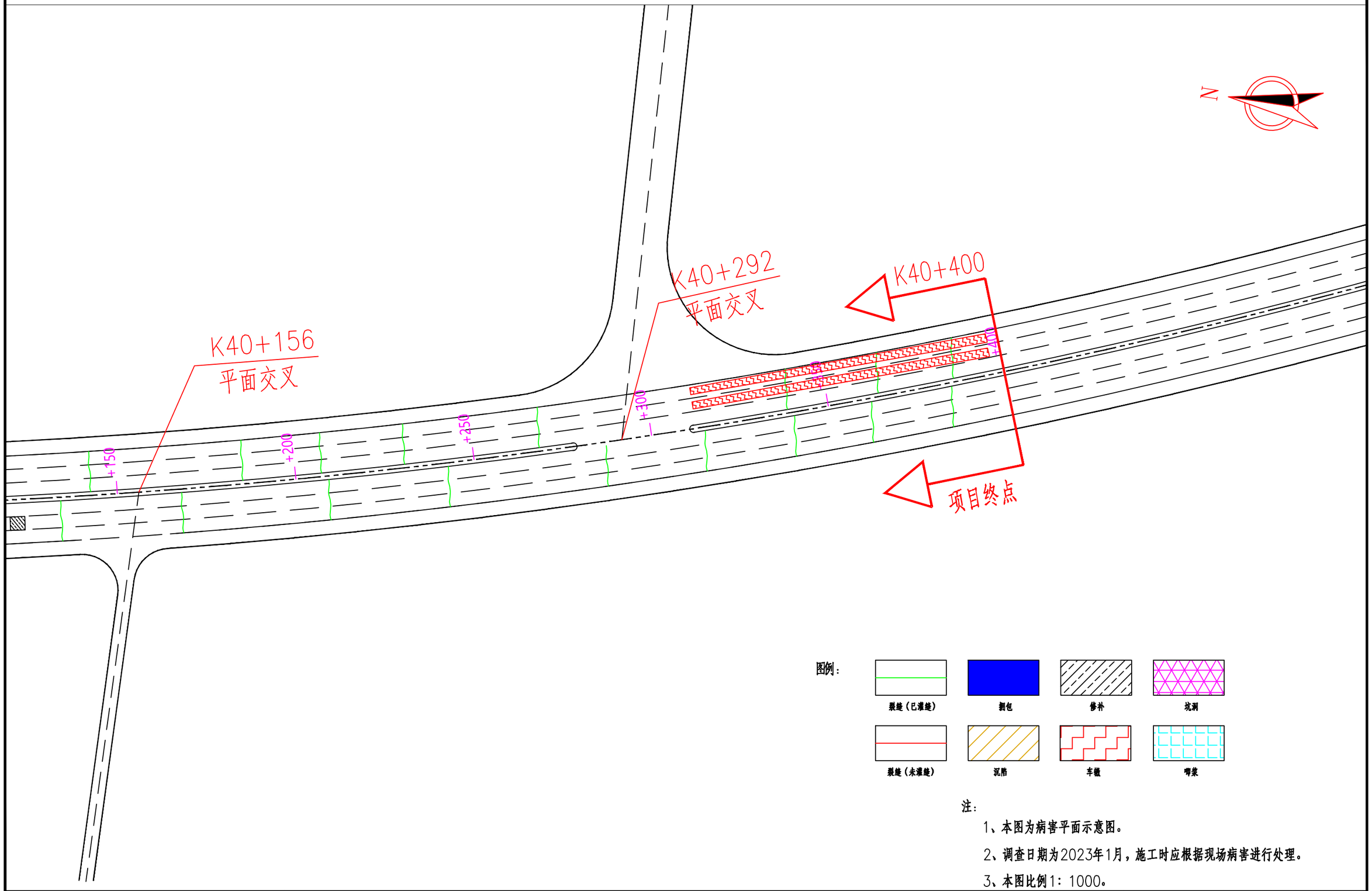
注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-4	2022-L-19	2023.03



图例：

裂缝（已灌缝） 鼓包 修补 坑洞

裂缝（未灌缝） 沉陷 车辙 喷浆

注：

1、本图为病害平面示意图。

2、调查日期为2023年1月，施工时应根据现场病害进行处理。

3、本图比例1：1000。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害调查图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-4	2022-L-19	2023.03

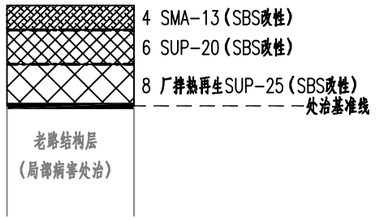
上行行车道路面工程数量表

序号	起讫桩号			上下行	车道位置	处理长度	处理宽度	面积	铣刨老路面层	铣刨老路水泥稳定碎石基层	4cmSMA-13(SBS改性沥青)	6cmSUP-20(SBS改性沥青，掺抗车辙剂)	8cm厂拌再生SUP-25(SBS改性沥青，掺抗车辙剂)	抗车辙剂	ATB-25粗料式沥青碎石（普通沥青，石灰岩）	免养生水稳碎石	注浆	不粘轮改性乳化沥青粘层	SBS改性乳化沥青封层	抗裂贴	灌缝	备注
									体积	体积	面积	面积	面积	重量	体积	体积	面积	面积	面积	面积	长度	
						(m)	(m)	(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	吨	(m^3)	(m^3)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	($m^{2)}$	(m)	
1	K37+340.0	~	K37+400.0	上行	1、2、3	60	11.25	675	121.5	72.9	675.0	675.0	675.0	0.58		72.9		1350.0	675.0	71.3		
2	K37+415.5	~	K37+454.5																			北横庄桥
3	K37+700.0	~	K37+760.0	上行	2、3	60	7.5	450	81.0	40.5	450.0	450.0	450.0	0.39	40.5			900.0	450.0	67.5		
4	K37+980.0	~	K38+050.0	上行	1、2	70	7.5	525	94.5	94.5	525.0	525.0	525.0	0.45		94.5		1050.0	525.0	77.5		
5	K38+050.0	~	K38+060.0	上行	3	10	3.75	37.5	6.8	3.4	37.5	37.5	37.5	0.03	3.4			75.0	37.5	13.8		
6	K38+060.0	~	K38+200.0	上行	1	140	3.75	525	94.5	47.3	525.0	525.0	525.0	0.45	47.3			1050.0	525.0	143.8		
7	K38+400.0	~	K38+500.0	上行	1、2、3	100	11.25	1125	202.5	121.5	1125.0	1125.0	1125.0	0.96		121.5		2250.0	1125.0	111.3		
8	K38+810.0	~	K38+820.0	上行	3																4	
9	K39+000.0	~	K39+002.0	上行	3																4	
10	K39+030.0	~	K39+035.0	上行	2	5	3.75	18.75	3.4	1.7	18.8	18.8	18.8	0.02	1.7			37.5	18.8	8.8		
11	K39+110.0	~	K39+130.0	上行	1、2、3	20	11.25	225	40.5	20.3	225.0	225.0	225.0	0.19	20.3			450.0	225.0	31.3		
12	K39+130.0	~	K39+200.0	上行	1	70	3.75	262.5	47.3		262.5	262.5	262.5	0.23			262.5	525.0	262.5			
13	K39+250.0	~	K39+252.0	上行	3																4	
14	K39+290.0	~	K39+295.0	上行	2	5	3.75	18.75	3.4	1.7	18.8	18.8	18.8	0.02	1.7			37.5	18.8	8.8		
15	K39+620.0	~	K39+640.0	上行	1	20	3.75	75	13.5		75.0	75.0	75.0	0.06			75.0	150.0	75.0			
16	K39+720.0	~	K39+722.0	上行	2、3																8	
17	K39+780.0	~	K39+810.0	上行	1	30	3.75	112.5	20.3		112.5	112.5	112.5	0.10			112.5	225.0	112.5			
18	K39+900.0	~	K39+940.0	上行	1、2、3	40	11.25	450	81.0	40.5	450.0	450.0	450.0	0.39	40.5			900.0	450.0	51.3		
19	K40+050.0	~	K40+055.0	上行	1	5	3.75	18.75	3.4	1.7	18.8	18.8	18.8	0.02	1.7			37.5	18.8	8.8		
20	K40+100.0	~	K40+120.0	上行	2	20	3.75	75	13.5	6.8	75.0	75.0	75.0	0.06	6.8			150.0	75.0	23.8		
21	上行合计								826.9	452.6	4593.8	4593.8	4593.8	3.9	163.7	288.9	450.0	9187.5	4593.8	617.5	20.0	

下行行车道路面工程数量表

序号	起讫桩号			上下行	车道位置	处理长度	处理宽度	面积	铣刨老路面层	铣刨老路水泥稳定碎石基层	4cmSMA-13(SBS改性沥青)	6cmSUP-20(SBS改性沥青，掺抗车辙剂)	8cm厂拌再生SUP-25(SBS改性沥青，掺抗)	6cmSSTSUP-20（掺2.5‰玄武岩纤维+M1型易密实剂）	8cmSST-20（掺2.5‰玄武岩纤维+M1型易密实剂）	抗车辙剂	ATB-25粗料式沥青碎石（普通沥青，石灰岩）	免养生水稳碎石	注浆	不粘轮改性乳化沥青粘层	SBS改性乳化沥青封层	抗裂贴	灌缝	备注
									体积	体积	面积	面积	面积	面积	面积	重量	体积	体积	面积	面积	面积	面积	长度	
						(m)	(m)	(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	吨	(m^3)	(m^3)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m)	
1	K37+350.0	~	K37+400.0	下行	3	50	3.75	187.5	33.8	16.9	187.5	187.5	187.5			0.16	16.9			375.0	187.5	53.8	12	
2	K37+415.5	~	K37+454.5																					北横庄桥
3	K37+480.0	~	K37+482.0	下行	1、2、3																		12	
4	K37+850.0	~	K37+855.0	下行	2	5	3.75	18.8	3.4	1.7	18.8	18.8	18.8			0.02	1.7			37.5	18.8	8.8		
5	K37+980.0	~	K38+080.0	下行	1、2、3	100	11.25	1125.0	202.5	50.6	1125.0	1125.0	1125.0			0.96	50.6			2250.0	1125.0	111.3		相石路交叉口
6	K38+080.0	~	K38+180.0	下行	2	100	3.75	375.0	67.5	67.5	375.0	375.0	375.0			0.32		67.5		750.0	375.0	103.8		
7	K38+230.0	~	K38+232.0	下行	2、3																		8	
8	K38+260.0	~	K38+400.0	下行	2	140	3.75	525.0	94.5	94.5	525.0	525.0	525.0			0.45		94.5		1050.0	525.0	143.8		
9	K38+540.0	~	K38+545.0	下行	2	5	3.75	18.8	3.4	1.7	18.8	18.8	18.8			0.02	1.7			37.5	18.8	8.8		
10	K38+810.0	~	K38+840.0	下行	2	30	3.75	112.5	20.3	20.3	112.5	112.5	112.5			0.10		20.3	112.5	225.0	112.5			
11	K38+880.0	~	K38+920.0	下行	1、2、3	40	11.25	450.0	81.0	48.6	450.0	450.0	450.0			0.39		48.6		900.0	450.0	51.3		
12	K39+000.0	~	K39+100.0	下行	2	100	3.75	375.0	67.5	67.5	375.0	375.0	375.0			0.32		67.5	375.0	750.0	375.0			
13	K39+300.0	~	K39+360.0	下行	2	60	3.75	225.0	40.5	40.5	225.0	225.0	225.0			0.19		40.5	225.0	450.0	225.0	63.8		
14	K39+520.0	~	K39+540.0	下行	2	20	3.75	75.0	13.5	6.8	75.0	75.0	75.0			0.06	6.8			150.0	75.0	23.8		
15	K39+580.0	~	K39+600.0	下行	2	20	3.75	75.0	13.5	6.8	75.0	75.0	75.0			0.06	6.8			150.0	75.0	23.8		
16	K39+640.0	~	K39+645.0	下行	2	5	3.75	18.8	3.4	1.7	18.8	18.8	18.8			0.02	1.7			37.5	18.8	8.8		
17	K39+720.0	~	K39+780.0	下行	2	60	3.75	225.0	40.5	32.4	225.0	225.0	225.0			0.19		32.4		450.0	225.0	63.8		
18	K39+900.0	~	K39+920.0	下行	1、2、3	20	11.25	225.0	40.5	20.3	225.0	225.0	225.0			0.19	20.3			450.0	225.0	31.3	8	
19	K40+300.0	~	K40+400.0	下行	1、2、3	100	15	1500.0	60.0	67.5	1500.0			1500.0	1500.0		67.5			3000.0	1500.0	115.0		金茂路交叉口
20	下行合计								785.6	545.1	5531.3	4031.3	4031.3	1500.0	1500.0	3.5	173.8	371.3	712.5	11062.5	5531.3	811.3	40.0	

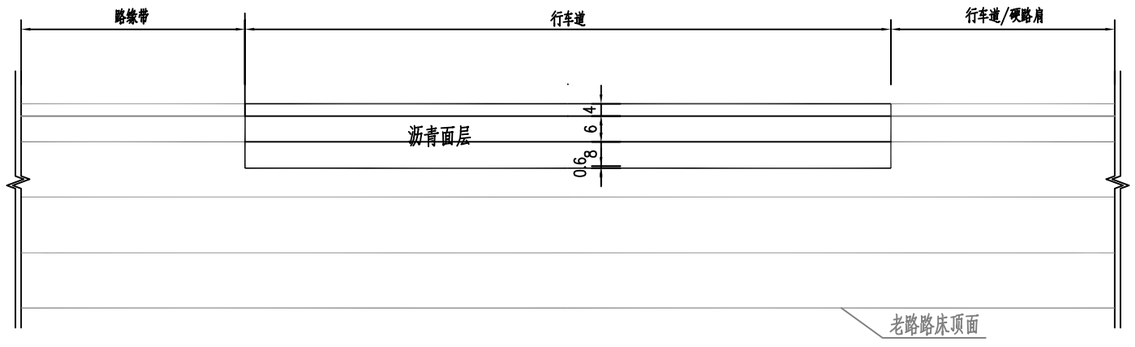
路面修复处治方案

自然区划	Ⅳ1
适用条件	设计单元3和修复后病害继续发展的设计单元2
适用范围	一般路段
结构示意图	
新建路面结构厚度/路面抬高厚度	18cm/0cm

图例



路面结构处理大样图

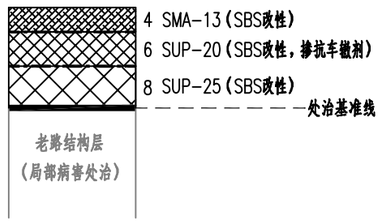
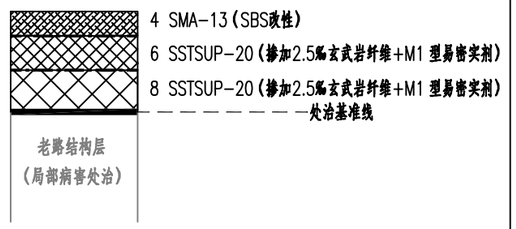


注：

1. 本图单位除注明外，余均以cm计。
2. 沥青面层均采用SBS改性沥青；中、下面层添加抗车辙剂，设计暂按中面层沥青混合料重量的0.25%计。
3. 沥青旧料可采用厂拌热再生施工工艺，做为下面层。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面结构设计图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
				徐梨丹				S-6	2022-L-19	2023.03

交叉口车辙处治方案

自然区划	Ⅳ1	
适用范围	交叉口车辙病害路段	
结构方案代号	方案1	方案2
结构方案	SUP-20、SUP-25+抗车辙剂	特种超强韧沥青路面
结构示意图		
新建路面结构厚度/路面抬高厚度	18cm/0cm	18cm/0cm
比选结论	车辙病害较轻路段推荐采用	车辙病害较重路段推荐采用

交叉口车辙处理表

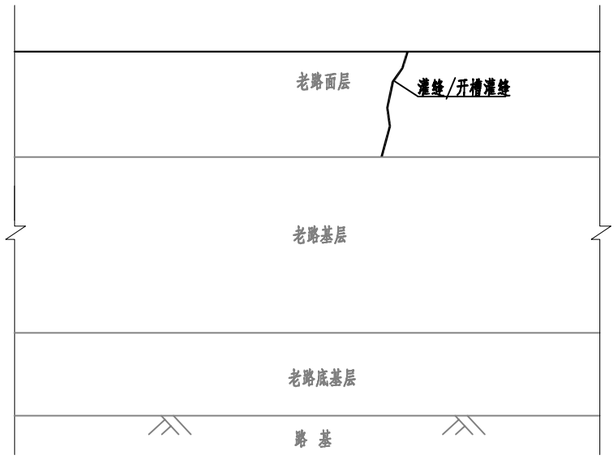
处理交叉口	处理方案
相石路交叉口	方案1
金茂路交叉口	方案2

注：

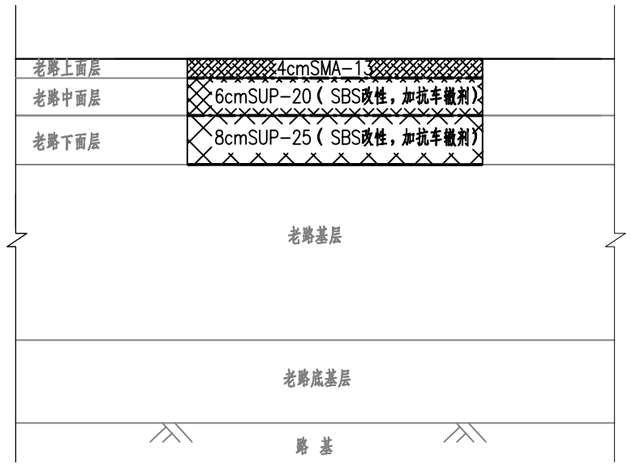
1.本图单位除注明外，余均以cm计。

2.SUP-20中面层和SUP-25下面层掺加抗车辙剂，掺量根据选定类型确定，设计暂按0.25%（重量比）掺量计算。

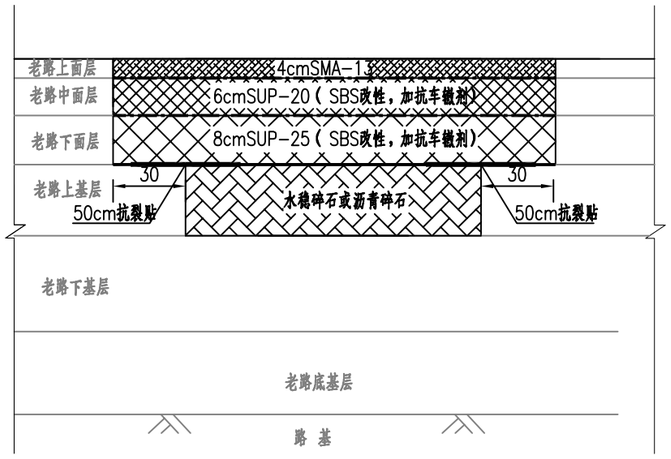
老路病害处治设计
面层仅存在裂缝



老路病害处治设计
面层松散，基层完好



老路病害处治设计
面层和基层均松散

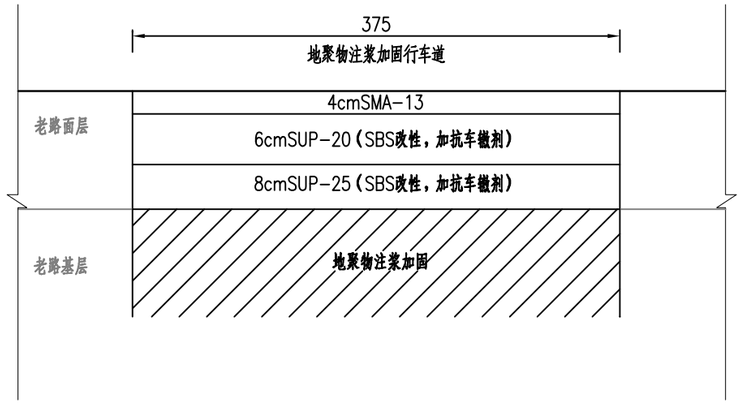


注：

1. 本图适用于老路面层、基层局部病害处治。
2. 当发现面层存在裂缝时，清除缝槽内杂物与尘土，然后采用热沥青灌缝。
3. 当面层松散，基层完好时，开槽至下面层底面，槽底和槽壁涂刷改性乳化沥青后，由下到上回填8cmSUP-25（SBS改性，加抗车辙剂）+6cmSUP-20（SBS改性，加抗车辙剂）+4cmSMA-13至老路上面层顶面。
4. 当面层及基层均松散，先开挖基层采用即时通免养生水稳碎石或沥青碎石填补（施工宽度不足2.5m或施工长度不足20m时，用沥青碎石填补，分两层摊铺压实），后回填8cmSUP-25（SBS改性，加抗车辙剂）+6cmSUP-20（SBS改性，加抗车辙剂）+4cmSMA-13至老路上面层顶面。
5. 沥青碎石沥青采用70号A级道路石油沥青。

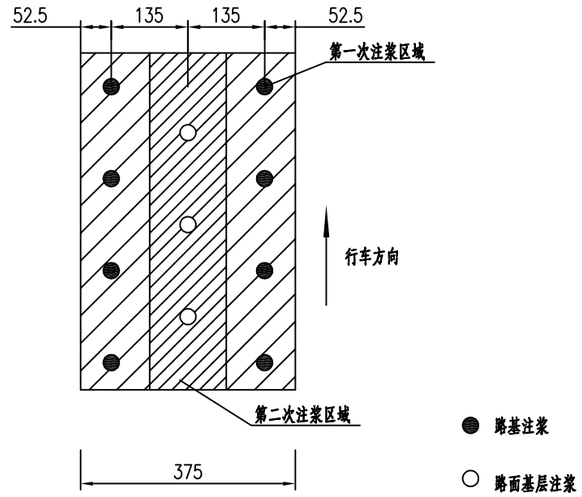
中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	路面病害处治设计图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
				徐梨丹				S-7	2022-L-19	2023.03

一般路段地聚物注浆处理横断面示意图

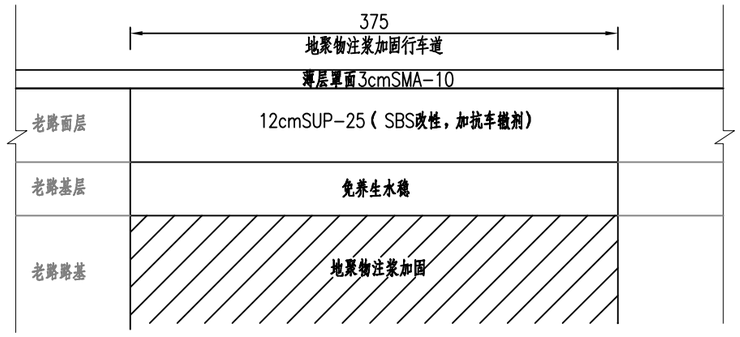


地聚物注浆处理平面示意图(A-A)

（一般段落一个车道）

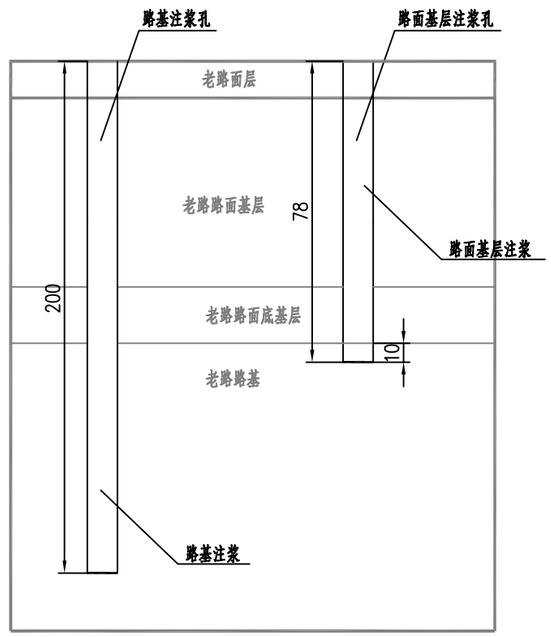


一般路段地聚物注浆处理横断面示意图二



地聚物注浆处理范围示意图

注浆立面



注：

1、由于交通量大，路面养护周期紧张，为尽量减少对交通流的影响，本次对唧浆路段、沉陷较重路段、纵横缝交叉路段进行地聚物注浆。

2、除特殊注明外，单位均以cm计。

3、注浆孔孔径为8cm。

3、施工工序：布孔-->钻孔-->清孔-->埋注浆管-->管口周围密封-->浆料拌制-->路基注浆加固-->基层注浆加固-->封孔-->拔管-->养护。

4、施工质量控制要求：

（1）基层注浆压力控制在0.3~0.5MPa，注浆最大压力超过0.5MPa时，应立即暂停注浆，再次注浆，如果仍然超过0.5MPa，则此次注浆结束。路基注浆压力控制在0.5~1.5MPa，注浆最大压力超过1.5MPa时，应立即暂停注浆，再次注浆，如果仍然超过1.5MPa，则此次注浆结束。

（2）应先对路基进行注浆加固，4~8小时后再对路面基层进行注浆加固。

（3）注浆管采用直管注浆，注浆过程中应对注浆区域周边范围的道路设施进行监测，防止路面抬升起拱或浆液流失。注浆过程中应控制路面的抬升高度，路面抬升宜不大于3cm。

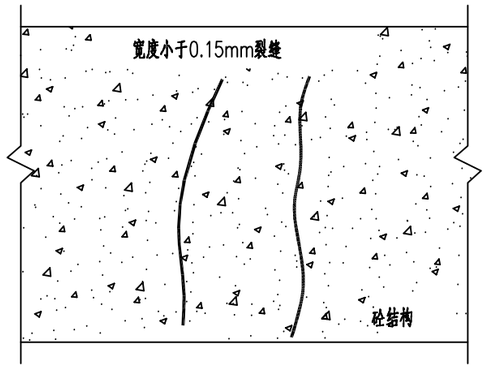
5、对于病害严重路段，如注浆后基层仍较松散，则铣刨一层基层后重铺一层免养生水稳，最后重铺面层。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000~K40+400）昆山段施工图设计	地聚物注浆处理设计图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
				徐梨丹				S-8	2022-L-19	2023.03

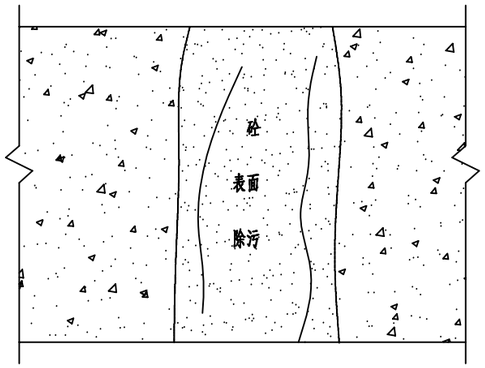
工程数量表

序号	项目	环氧树脂封缝胶 封闭裂缝	混凝土凿除	环氧树脂混凝土	铺装铣刨	4cmSMA-13 (SBS改性)	6cmSUP-20 (SBS改性,掺抗车辙剂)	不粘轮乳化沥青粘层	柔性防水层	抗车辙剂
		m	m^3	m^3	m^2	m^3	m^3	m^2	m^2	t
1	北横庄桥	3.30	0.10	0.20	50.05	20.02	30.03	50.05	50.05	0.18

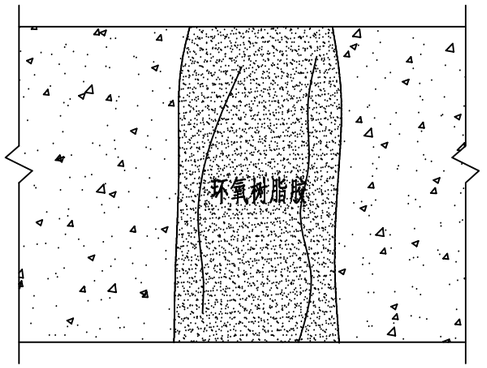
裂缝表面封闭



1.裂缝现状示意图;

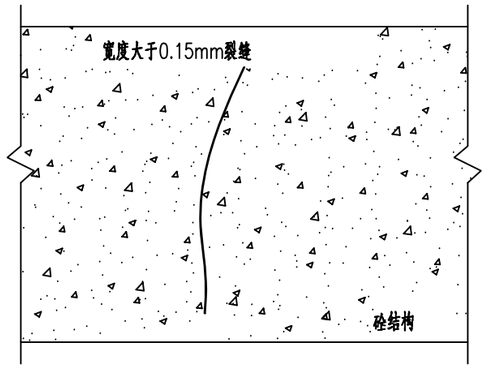


2.清除砼表面松散灰浆、砂粒、粉尘、油污,并用水清洗砼表面,使砼表面保持清洁;

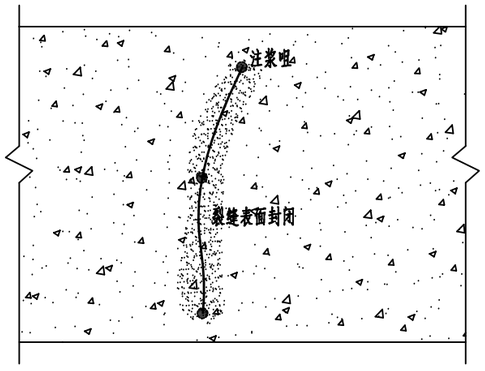


3.涂刷环氧树脂胶3~4道,前后两次涂刷方向相互垂直。

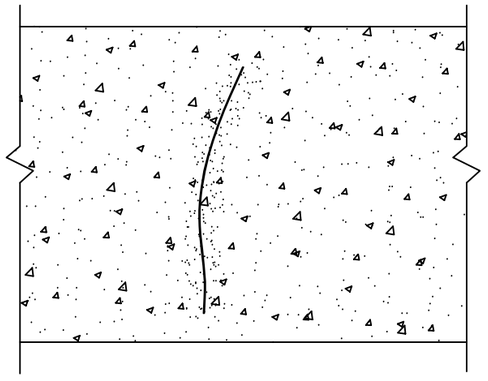
裂缝注浆封闭



1、裂缝现状示意图;



2、封闭裂缝,跨缝安置注浆咀(至少2个),并按工艺要求注浆;



3、铲去表面注浆咀和封缝材料,清理裂缝表面。

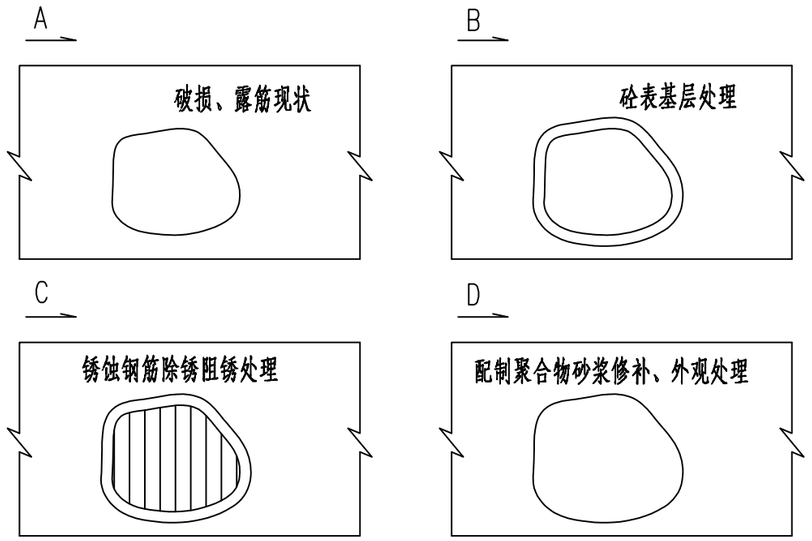
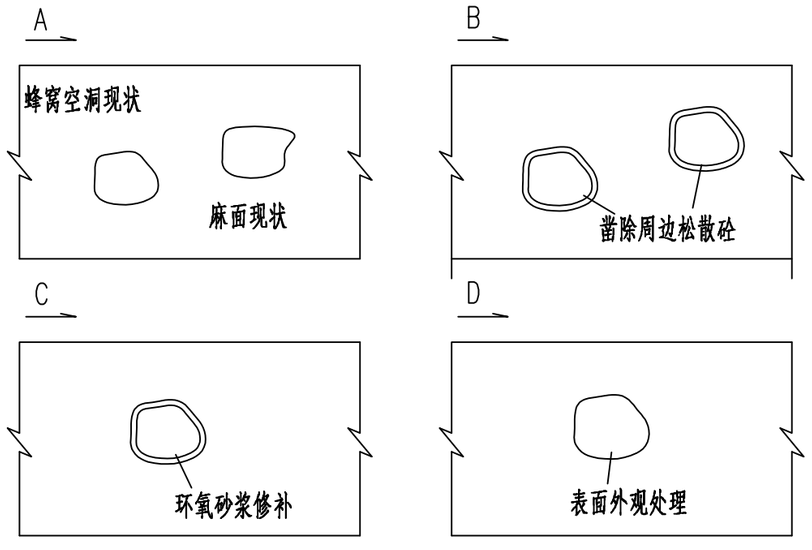
注:

1、本图仅为示意裂缝封闭处理的施工流程,具体裂缝形态、位置以实际情况确定;

2、环氧树脂胶的安全性能指标应满足<<公路桥梁加固设计规范>>(JTG/T J22-2008)中裂缝修补用材料的要求。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	桥梁混凝土裂缝修补图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-10	2022-L-19	2023.03

混凝二衣面砜损修补示意图

缺陷类型	施工措施简图	主要施工步骤示意
砼破损、露筋、钢筋锈蚀处理		1、桥面栏杆、人行道砼表面缺陷病害现状示意图。 2、对缺损部位松散砼进行凿毛处理,按设计要求凿至坚实基层,并进行清洁处理。 3、对锈蚀外露钢筋进行除锈、阻锈处理,并采用富锌漆作防锈处理。 4、配制聚合物砂浆,对缺损区域进行修补处理,要求修补后结构表面平整密实。 5、使修补区域与原砼颜色一致。
蜂窝、麻面修复		1、砼结构表面蜂窝、麻面缺陷现状示意图。 2、对缺损部位周边松散砼凿除处理。 3、对于麻面及缺陷采用环氧砂浆或高分子树脂进行修补。 4、涂刷聚合物水泥浆,使修补区域与原砼颜色一致;按施工技术要求进行养护。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	桥梁混凝土表面缺损修补示意图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-11	2022-L-19	2023.03

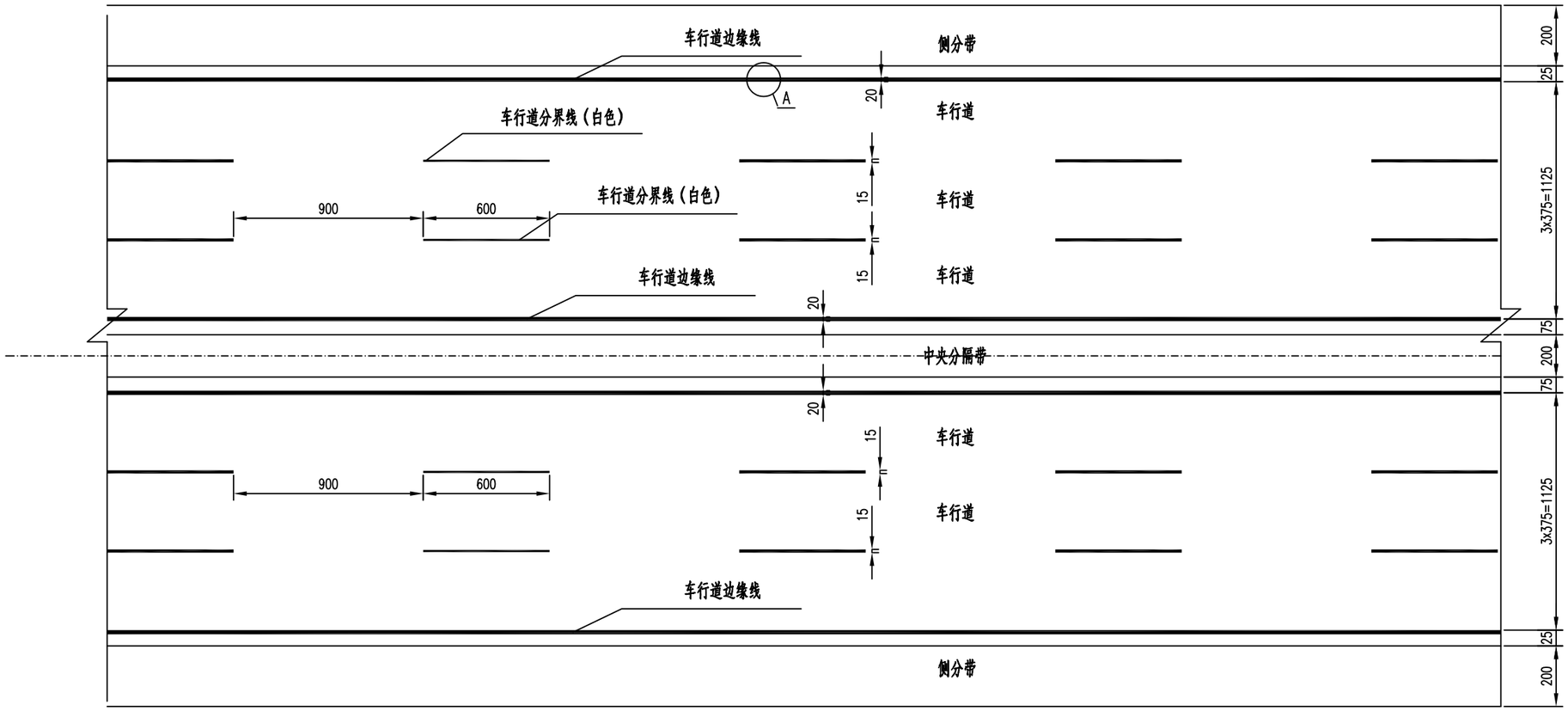
标线工程数量表

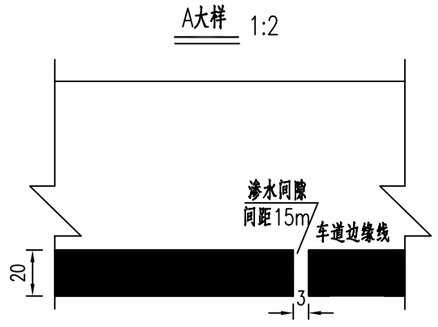
桩号范围	长度（m）	标线种类		
		车道边缘线（㎡） 热熔标线	车道分界线（㎡） 热熔标线	导向箭头（㎡） 热熔标线
K37+000～K40+000	3000.0	204.0	172.2	40.0
标线工程量汇总（㎡）		热熔标线：		416.21

注：

1.施工前请施工单位对现状标线划分进行采样，路面维修后对其按现状恢复。

一般路段标线布置图





注：

1.本图尺寸均以厘米计；

2.车道边缘线施工中，15m一段设置3cm排水缝。

3.车道线采用热熔型标线漆,标线漆厚1.8+0.2mm。

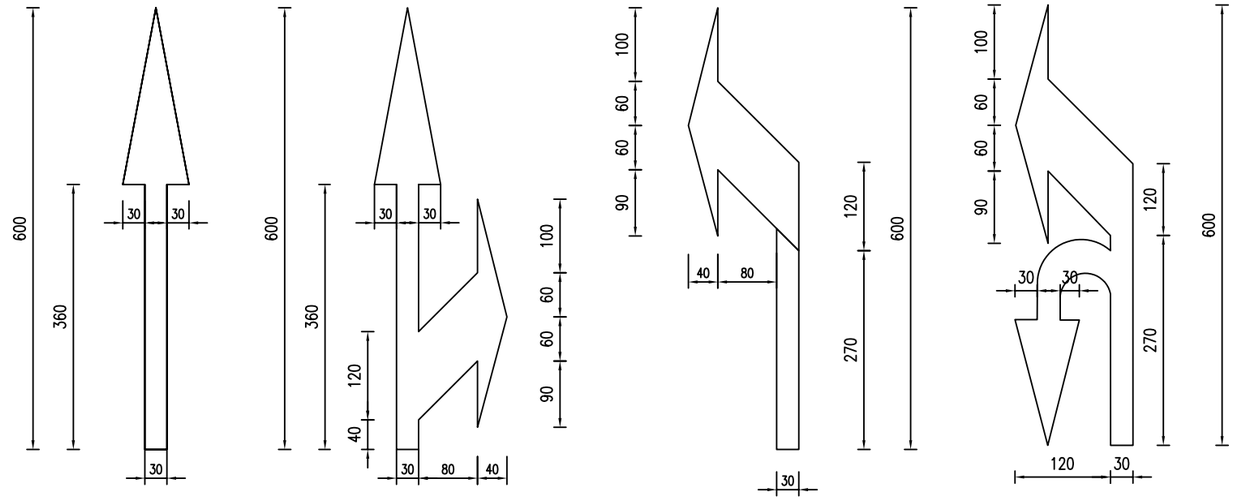
4.各标线与导向箭头均采用白色路标漆。

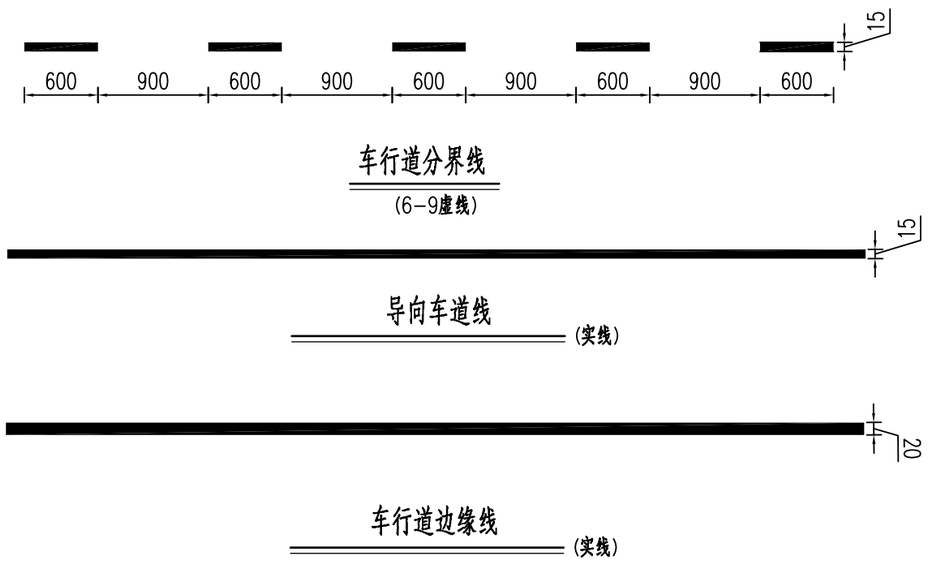
5.本工程为中修，标线根据路面维修方案按现状恢复。

6.有关具体规定参照GB5768.3-2009中华人民共和国国家标准《道路交通标志和标线》执行。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	标线一般设计图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-13	2022-L-19	2023.03

导向箭头





注：

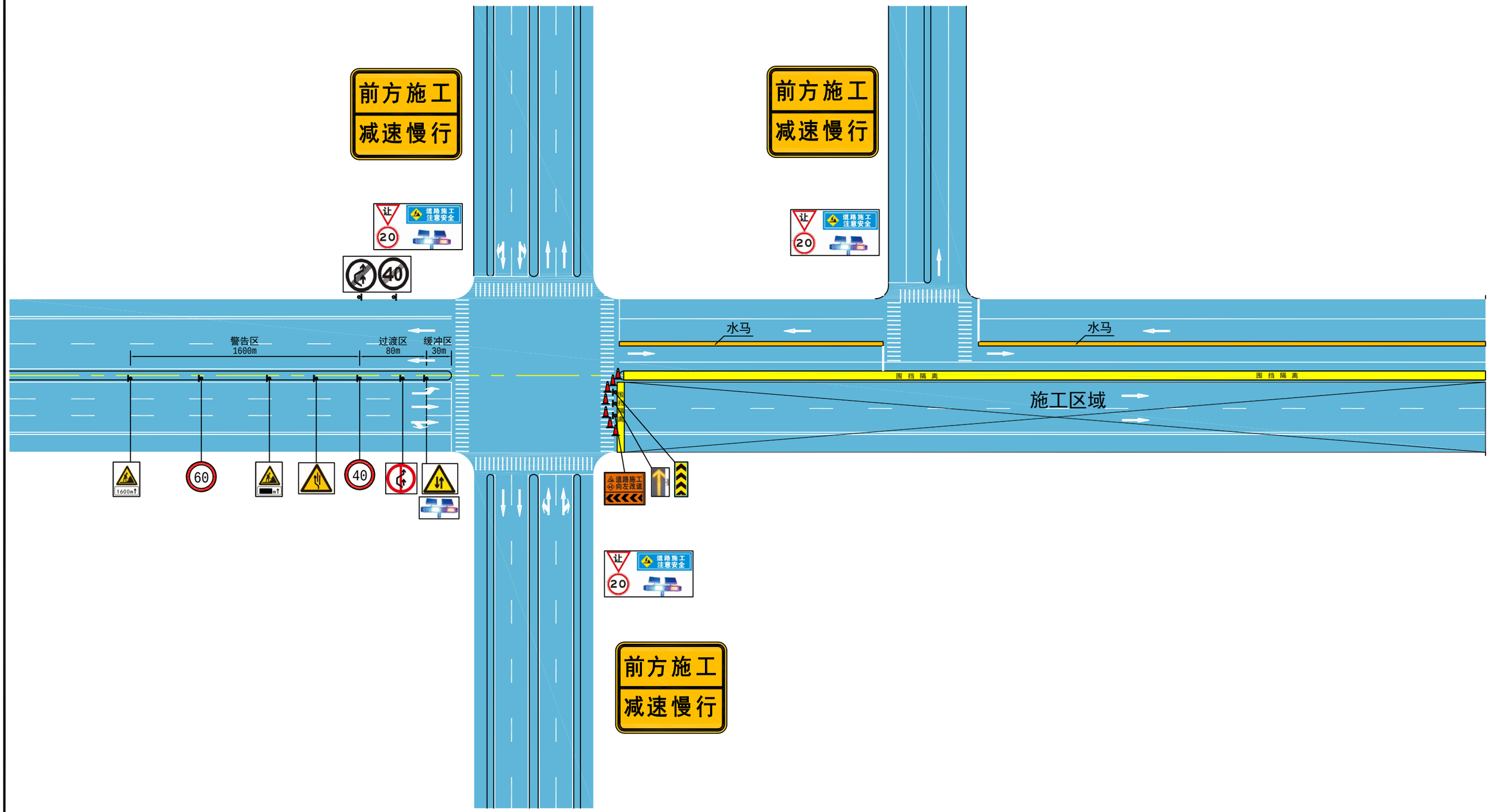
1.本图尺寸均以厘米计；

2.车道线采用热熔型标线漆,标线漆厚1.8mm+0.2mm。

3.各标线与导向箭头均采用白色路标漆。

4.有关具体规定参照GB5768.3-2009中华人民共和国国家标准《道路交通标志和标线》执行。

中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	标线一般设计图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-13	2022-L-19	2023.03



中国铁建 中铁建苏州设计研究院有限公司 China Railway Construction Suzhou Design & Research Institute Co., Ltd.	苏州市2023年国省干线公路养护工程项目2023-SJ01标 S224（K37+000～K40+400）昆山段施工图设计	施工组织示意图	设计	复核	一审	二审	审定	图号	工程号	日期
								S-14	2022-L-19	2023.03