镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目
（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）

施 工 图 设 计

第一册　　共两册

镇江市交通规划设计院有限公司

二〇二六年八月

镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目

（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）

施 工 图 设 计

第一册　共两册

★ 第一册　设计说明及图纸　　第二册　施工图预算

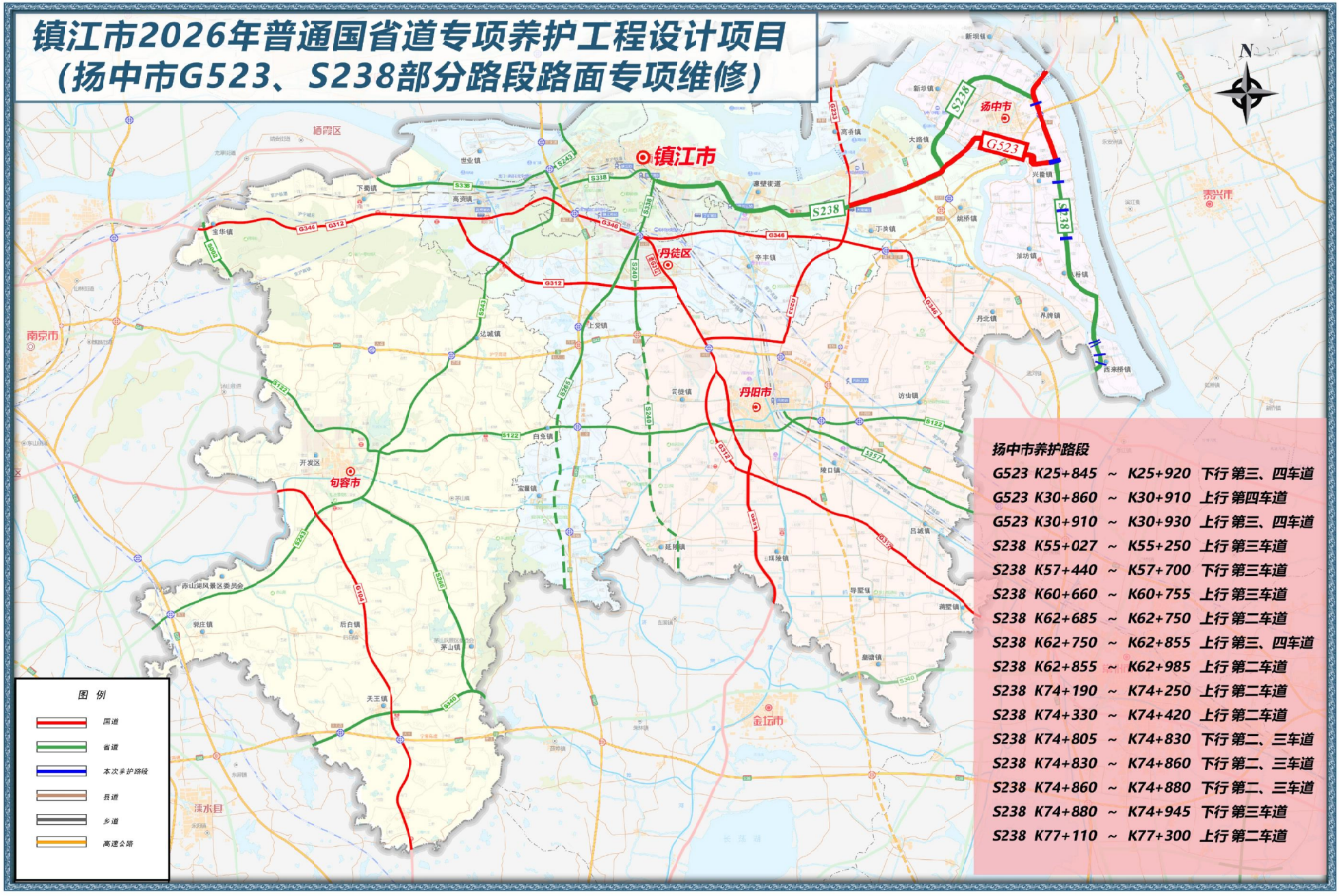
项 目 负 责 人	
技 术 负 责 人	
总 经 理	
编 制 单 位	镇江市交通规划设计院有限公司
证 书 编 号	公路行业（公路）专业甲级　A132017800
编 制 日 期	二〇二六年八月

总　目　录

序号	图　表　名　称	图表号	页数	页码	备 注
	第 一 册　设计说明及图纸				
1	项目地理位置图	SI-1	1		
2	设计说明	SI-2	62		
3	路基标准横断面图	SI-3	2		
4	主要工程量表	SI-4	1		
5	路面结构设计图	SI-5	2		
6	路面病害处治设计图	SI-6	8		
7	标线设计图	SI-7	12		
8	施工期交通组织设计图	SI-8	6		
	第 二 册　施工图预算				
1	预算说明				
2	施工图预算				

序号	图　表　名　称	图表号	页数	页码	备 注

镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目
（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）



扬中市养护路段

G523	K25+845	~ K25+920	下行 第三、四车道
G523	K30+860	~ K30+910	上行 第四车道
G523	K30+910	~ K30+930	上行 第三、四车道
S238	K55+027	~ K55+250	上行 第三车道
S238	K57+440	~ K57+700	下行 第三车道
S238	K60+660	~ K60+755	上行 第三车道
S238	K62+685	~ K62+750	上行 第二车道
S238	K62+750	~ K62+855	上行 第三、四车道
S238	K62+855	~ K62+985	上行 第二车道
S238	K74+190	~ K74+250	上行 第二车道
S238	K74+330	~ K74+420	上行 第二车道
S238	K74+805	~ K74+830	下行 第二、三车道
S238	K74+830	~ K74+860	下行 第二、三车道
S238	K74+860	~ K74+880	下行 第二、三车道
S238	K74+880	~ K74+945	下行 第三车道
S238	K77+110	~ K77+300	上行 第二车道

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	地理位置图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-1	

1 概述

1.1 项目基本情况

1.1.1 项目背景

G523 扬中段桩号范围：K22+431~K42+316，从扬中二墩港汽渡向西，接 S238 向南延伸接滨江大道，经扬中三桥进入镇江新区。项目路段为双向六车道、一级公路，设计时速 100km/h，限速 80km/h。

S238 扬中段桩号范围：K35+413~K78+624，主要途经大路镇、新坝镇、兴隆镇、八桥镇和西来桥镇，而后进入常州境内，路线总体呈东西走向。其中，K55+027~K57+699 段为双向六车道、一级公路，设计时速 100km/h，限速 80km/h；K57+699~K67+198 段为双向四车道、一级公路，设计速度 100km/h。

经调查，G523、S238 扬中段部分路面由于持续车辆荷载作用，现状存在严重车辙、裂缝、唧浆等病害，已影响道路使用寿命及路面行驶质量，存在安全隐患，急需对其进行具体调查、检测，准确评价当前的路面状况，科学、合理地制定路面专项维修工程。

本次路面专项维修路段位置如下所示：



图 1.1-1 项目地理位置图

1.1.2 沿线自然条件及建设条件

1.1.2.1 自然条件

（1）地形地貌

镇江市位于江苏省南部，美丽富饶的长江三角洲北翼，北揽长江，南与常州、无锡、苏州联体构成苏南经济板块，接纳上海、南京辐射。是长三角重要的港口、工贸和旅游城市。

镇江市地貌走势为西高东低、南高北低，大部分地区属宁镇—茅山低山丘陵，沿江洲滩属长江新三角洲平原区，丹阳东南部则属太湖平原区。宁镇山脉境内大体为东西走向，茅山山脉境内略呈南北走向。地貌类型低山丘陵和岗地比重最大，占土地总面积 51.1%，而平原相对较小，只占 35.2%，由于地貌类型的多样，形成镇江土地资源多样性的特点。

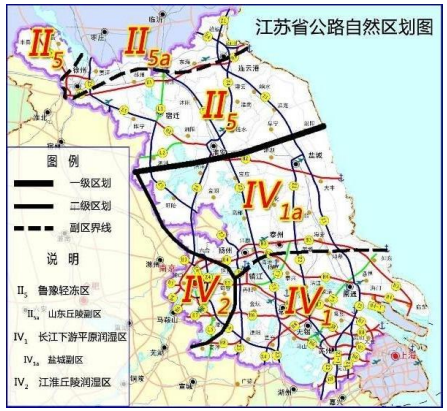


图 1.1-2 公路自然区分区

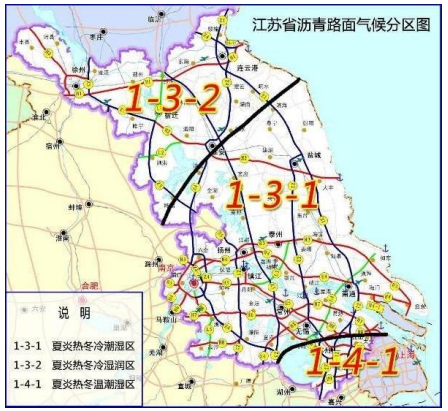


图 1.1-3 沥青路面气候分区

公路自然区划位于Ⅳ2 江淮丘陵润湿区，沥青路面气候区划属 1-3-1 夏炎热冬冷潮湿区。

（2）气候条件

项目所处区域属于北亚热带季风气候，四季分明，温暖湿润，热量丰富，雨量充沛，无霜期长，常年（1981~2010 年 30 年平均）平均气温 15.7℃。2022 年全年平均气温 17.4 摄氏度，全年降水量 1248.9 毫米，其中梅雨量 160.3 毫米（常年平均 253.9 毫米），日照时数 2020.1 小时，极端最高气温 40.2℃，极端最低气温-10.1℃。

1.1.2.2 建设条件

（1）筑路材料供应、运输情况

项目所在区域筑路材料比较丰富，交通方便，可满足工程的需要，路用材料的标准应满足各省道对路用材料的要求及规范要求。

项目区域内筑路材料供应、运输可通过周围较为密集的公路网完成。

项目沿线水域水系较发达，水质纯洁，无污染，沿线均有村落乡镇，生活水源也较充足。施工时，可根据实际需要，本着就近取用的原则选择取水点。

项目沿线两侧分布着乡镇，电力网线分布密集，供应情况良好，工程用电可以和电力部门协商解决。

1.1.3 近年建设养护历史

本次设计路段总体范围为：G523 K25+845~K30+930、S238 K55+027~K77+300，为更好的分析、了解项目养护路段的路面结构、路面材料，以及方案制定的合理性与适用性，需对养护设计路段及相邻路段的建养历史进行充分了解。

G523、S238 扬中段各路段建成和近期改造日期如下表所示：

表 1.1-1 各路段建成和近期改造统计

路段	起终点桩号		里程（km）	路段名称		修建年度	改建年度
	起点	终点		起点	终点		
G523	K24+434	K30+930	6.487	S238 交叉口	园博大道交叉口	2012	—
S238	K55+027	K57+699	2.672	园博大道交叉口	开发区乐源村	2012	
	K57+699	K67+198	9.499	开发区乐源村	八桥镇幸福村	2012	
	K73+000	K78+624	5.624	扬中二桥	新幸福大桥	2004	2018

1）设计路段养护历史

本项目涉及路段近年未进行过养护维修工程

2）相邻路段养护情况

总体范围内，设计路段相邻路段，截止 2026 年，仍在养护设计年限内的路段汇总及养护情况如下表所示：

表 1.1-2 G523 项目相邻路段历年情况统计

养护年份	起点	~	终点	处治位置	处治方案	养护性质
2022	K27+700	~	K29+400	上行第一、二、三车道	铣刨老路 4cm 上面层+局部下面层及基层修补+4cmSup-13 改性沥青混合料；交叉口路段采用 GRAC-20 灌入式复合路面	功能性修复
	K29+400	~	K30+910	上行第二、三车道		
	K24+360	~	K24+460	上行第一、二车道	铣刨老路 12cm 沥青面层+局部基层病害修补+12cm 高强抗车辙沥青混凝土路面。	功能性修复
	K22+500	~	K23+000	上行第一、二车道	灌缝	预防性养护
	K22+500	~	K23+000	下行第一、二车道		
2023	K31+000	~	K32+630	下行第一、二车道	铣刨原 4cm 沥青上面层+局部中下面层及基层病害修补+4cmSMA-13 改性沥青混合料上面层。	功能性修复
	K32+700	~	K33+355	下行第一、二、三车道		
	K30+921	~	K31+000	下行第一、二车道	铣刨原 12cm 沥青面层+原基层进行局部病害处治后+8cm 高强抗车辙沥青混合料下面层+4cmSMA-13 改性沥青混合料上面层。	
	K32+630	~	K32+700	下行第一、二、三车道		
	K30+000	~	K30+921	下行第一、二、三车道	灌缝	预防性养护
2024	K24+510	~	K25+000	上行第一、二、三车道	铣刨 4cm 面层+局部中下面层及基层病害修补+4cmSMA-13 改性沥青混合料上面层	功能性修复
	K25+000	~	K25+740	上行第一、二车道		
	K25+805	~	K26+000	上行第一、二车道		
	K25+740	~	K25+805	上行第一、二车道	铣刨 12cm 面层+局部基层病害修补+8cmSup-20 高强抗车辙沥青混合料下面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混合料上面层。	
	K27+600	~	K27+700	上行第一、二、三车道		
2026	K30+910	~	K31+720	上行一、二车道	4cm 复拌就地热再生	预防性养护
	K31+790	~	K32+450	上行一、二车道		

表 1.1-3 S238 项目相邻路段历年情况统计

养护年份	起点	终点	处治位置	处治方案	养护性质
2021	K60+700	K65+030	下行第二车道	铣刨老路 4/5cm 上面层+局部下面层及基层修补+4/5cmSup-13 改性沥青混合料上面层。交叉口路段采用 8cm 灌入式路面 GRAC-20+4/5cmSup-13 改性沥青混合料上面层	中修
	K65+030	K67+198	上行第一、二车道		
	K65+030	K67+198	上下行硬路肩		
2022	K20+350	K22+450	全幅	1cm 渗闭磨耗层	预防性养护
	K57+700	K60+791	上行第一、二车道	铣刨老路 4cm 上面层+局部下面层及基层修补+4cmSUP-13 改性沥青混合料上面层；交叉口路段采用高强抗车辙沥青路面	功能性修复
	K57+700	K60+700	下行第一、二车道		
	K74+250	K74+330	上行车道一、二、三	车辙专项	
	K75+220	K75+300	下行车道一、二、三		
	K77+300	K77+365	上行车道一、二、三		
	K77+340	K77+410	下行车道一、二、三		
2023	K56+800	K57+699	上行车道一、二、三	铣刨原 4cm 沥青上面层，对原下面层进行局部病害处治后，回铺 4cmSup-13（橡胶复合改性沥青）上面层。交叉口铣刨原 12cm 沥青面层，对原基层进行局部病害处治后，回铺 8cmSup-20（高强抗车辙沥青）下面层+4cmSup-13（高强抗车辙沥青）上面层。	功能性修复
2025	K67+200	K71+000	下行车道一、二	铣刨原 4/5cm 沥青上面层，下面层及基层局部修补，回铺 4/5cm 改性沥青 SMA-13 上面层；交叉口车辙路段：城镇段铣刨原 12/13cm 沥青面层，基层局部修补后，回铺 8cm Sup-20 高强抗车辙沥青混合料+4/5cm SMA-13 高强抗车辙沥青混合料，郊区段铣刨原 12/13cm 沥青面层，基层局部修补后回铺 12/13cm 灌入式复合路面 GRAC-13K。	功能性修复
2026	K73+350	K74+000	上下行第一、二车道	密封胶灌缝	预防性养护

项目路段相邻路段近年基本进行过养护工程，养护方案总体为功能性修复养护，多采用铣刨回铺的方式。平交口路段多为抗车辙性能强的沥青混合料，提高路面抗车辙性能。

1.1.4 养护方案后评价

1.1.4.1 养护方案后评价方法

后评价是评价实施方案的适用性，指导同类项目后续设计。采用的方法是有无对比法。

1、对往年维修段落的 PCI、RQI、RDI 等指标进行分析；

2、对未维修段落的 PCI、RQI、RDI 等指标进行分析；

3、维修段落维修后性能指标提升，同时衰减率比未维修段落的低，则维修方案适合；如若与未维修段落对比衰减更快，则表明维修方案不适合。

1.1.4.2 养护方案后评价

考虑到历年省检时，多以第二车道为检测对象，为了保证后评估中路况指标的准确性及后评估结果的可信度，在选取路段进行比对分析时，尽量选取第二车道。

1、G523 以往养护方案后评估

下表是 G523 选取的进行养护方案后评估的路段信息表：

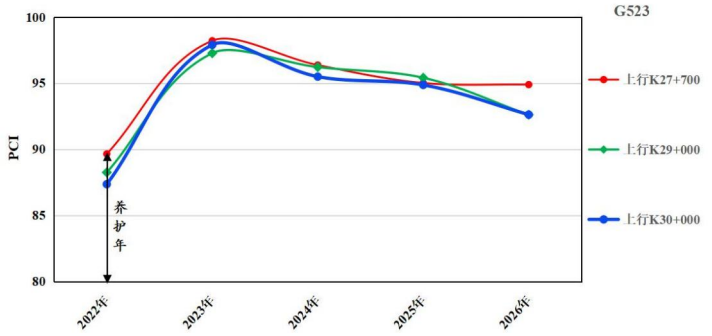
表 1.1-4 已养护路段基本信息统计表

序号	桩号	长度	年份	养护性质	方案
1	上行 K27+700~K29+000	1.3	2022	功能性修复	铣刨老路 4cm 上面层+局部下面层及基层修补+4cmSup-13 改性沥青混合料；交叉口路段采用 GRAC-20 灌入式复合路面
2	上行 K29+000~K30+000	1			
3	上行 K30+000~K30+910	0.91			

收集 2022 年养护路段及近五年部分未养护路段的历年检测数据，按公里进行统计，其统计分析如下：

表 1.1-5 2022 年养护路段（2022~2026 年）检测数据统计表

桩号	PCI					RQI					RDI				
	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
上行 K27+700~K29+000	89.65	98.21	96.37	95.02	94.89	87.40	95.81	93.31	91.34	91.34	87.65	96.50	95.34	94.86	94.20
上行 K29+000~K30+000	88.25	97.27	96.21	95.41	92.61	88.21	96.27	94.47	92.58	91.49	88.21	97.32	96.53	95.10	93.03
上行 K30+000~K30+910	87.36	97.90	95.49	94.87	92.62	87.90	94.14	93.83	93.21	91.97	87.95	97.98	96.57	95.75	94.20
平均值	88.42	97.79	96.03	95.10	93.37	87.84	95.41	93.87	92.38	91.60	87.94	97.27	96.15	95.23	93.81



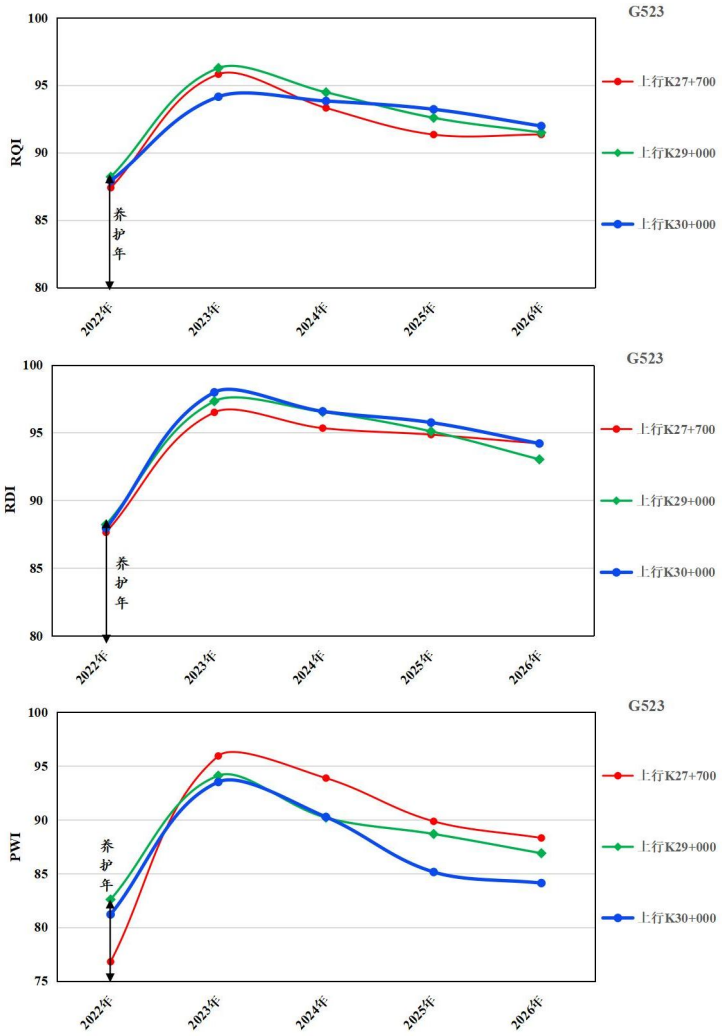
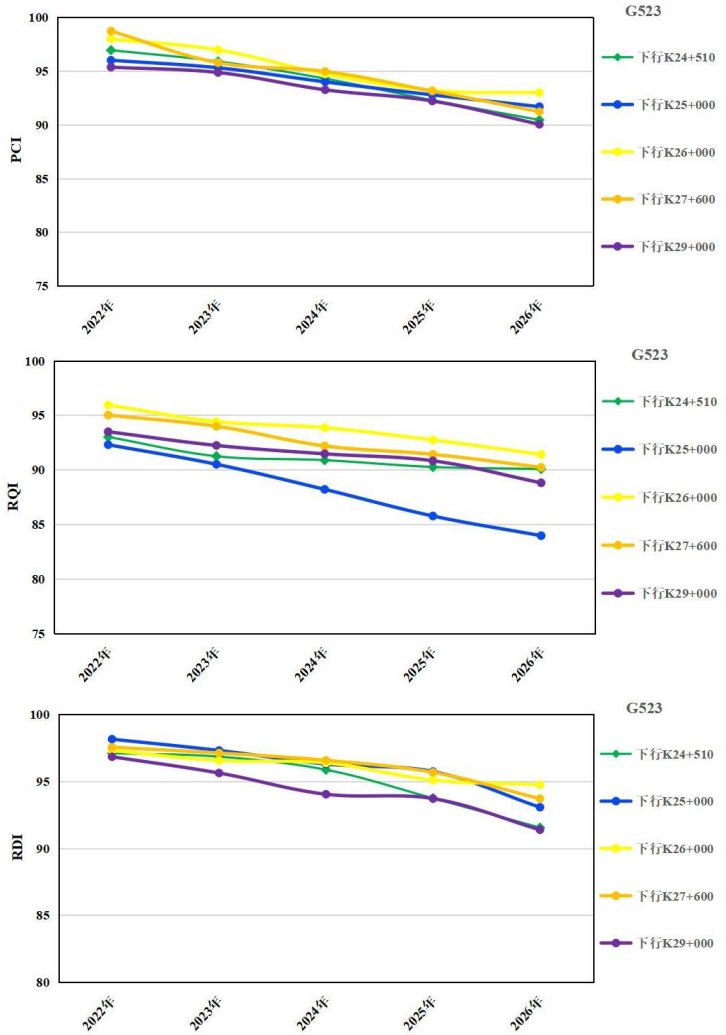


图 1.1-4 2022 年养护路段 2022 年~2025 年各指标趋势图

表 1.1-6 近年未维修路段（2022~2025 年）检测数据统计表

桩号	PCI					RQI					RDI				
	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
下行 K24+510~K25+000	96.94	95.89	94.29	92.28	90.44	93.01	91.24	90.88	90.25	90.07	97.08	96.82	95.84	93.72	91.53
下行 K25+000~K26+000	96.00	95.30	93.99	92.78	91.68	92.30	90.50	88.20	85.76	83.95	98.12	97.28	96.27	95.71	93.05
下行 K26+000~K27+200	97.97	96.96	94.73	93.18	92.98	95.93	94.41	93.86	92.73	91.40	97.28	96.53	96.36	95.08	94.73
下行 K27+600~K29+000	98.72	95.77	94.96	93.13	91.21	95.01	93.99	92.18	91.41	90.22	97.52	97.09	96.55	95.65	93.69
下行 K29+000~K30+000	95.36	94.86	93.25	92.21	90.04	93.49	92.23	91.46	90.82	88.80	96.81	95.60	94.02	93.70	91.37
平均值	97.00	95.76	94.24	92.72	91.27	93.95	92.47	91.31	90.19	88.89	97.36	96.66	95.81	94.77	92.87



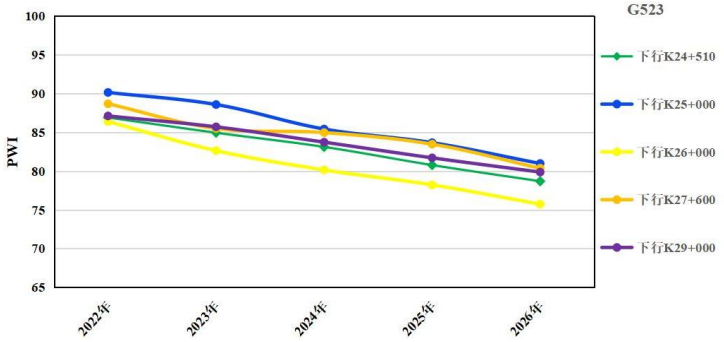


图 1.1-5 未养护路段 2022 年~2026 年各指标趋势图

表 1.1-7 维修路段及未维修路段 2023~2026 年衰减率

项目	PCI	RQI	RDI	PWI
2022 年维修路段	1.53%	1.29%	1.2%	2.5%
近年未维修路段	1.59%	1.35%	1.32%	3.11%

统计分析结果如下：

a、由表 1.1-5 与图 1.1.-4 可知，维修路段养护后一年（2023 年）检测指标较养护当年（2022 年）有明显提升。2022 年养护路段 PCI 平均值由 88.42，恢复到 97.79，平均提升 10.6%左右；RQI 平均值由 87.84，恢复到 95.41，平均提升 8.62%左右。且养护后指标衰减速度较养护前更为缓慢。

b、由表 1.1-6 与图 1.1-5 可知，未养护路段各指标一直处于衰减状态，且历年衰减速度目前已由加速衰减模式逐渐平缓衰减；

c、结合图表中的数据及曲线可知：维修路段自维修后，其各指标衰减率均低于未维修路段。

结论：由各项指标数据、图表分析可知：G523 在 2022 年（铣刨老路 4cm 上面层+局部下面层及基层修补+4cmSup-13 改性沥青混合料；交叉口路段采用 GRAC-20 灌入式复合路面）实施的养护方案适用于该路段，且实际应用效果较好。在设计本项目 G523 路段路面维修方案时，可将本方案列入考虑范畴，并结合本次检测情况，优化混合料类型和下承层病害处治方案，科学地制定养护方案。

2、S238 以往养护方案后评估

下表是 S238 选取的进行养护方案后评估的路段信息表：

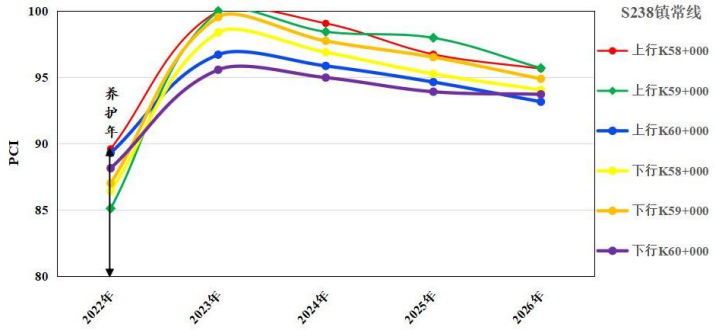
表 1.1-8 已养护路段基本信息统计表

序号	桩号	长度	年份	养护性质	方案
1	K58+000~K59+000	1	2022	功能性修复	铣刨老路 4cm 上面层+局部下面层及基层修补+4cmSUP-13 改性沥青混合料上面层；交叉口路段采用高强抗车辙沥青路面
2	K59+000~K60+000	1			
3	K60+000~K60+791	0.791			
4	K58+000~K59+000	1			
5	K59+000~K60+000	1			
6	K60+000~K60+700	0.7			
7	K11+000~K12+000	1	2023	功能性修复	对原上面层采用现场复拌就地热再生处治方案。
8	K12+000~K13+000	1			
9	K13+000~K13+715	0.715			

收集 2022/2023 年养护路段及近五年部分未养护路段的历年检测数据，按公里进行统计，其统计分析如下：

表 1.1-9 2022 年铣刨回铺养护路段（2022~2026 年）检测数据统计表

桩号	PCI					RQI					RDI				
	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
K58+000~K59+000	89.61	100.00	99.07	96.74	95.65	88.15	94.62	92.73	91.73	88.77	89.91	98.33	96.74	95.51	93.73
K59+000~K60+000	85.11	100.00	98.44	97.98	95.70	87.66	95.86	93.18	91.99	90.87	91.06	97.95	96.76	95.17	93.87
K60+000~K60+791	89.30	96.71	95.86	94.65	93.16	88.84	96.41	93.23	92.67	90.86	90.44	96.65	95.11	93.74	91.65
K58+000~K59+000	86.42	98.39	96.90	95.27	94.05	87.95	95.81	94.18	93.69	92.38	89.99	97.90	95.44	95.22	94.56
K59+000~K60+000	87.01	99.55	97.75	96.52	94.89	85.09	96.14	94.14	93.41	91.52	89.00	95.72	95.62	95.58	94.44
K60+000~K60+700	88.14	95.57	94.98	93.92	93.72	84.48	94.51	92.27	90.81	89.34	90.73	95.36	94.81	93.61	92.66
平均值	87.60	98.37	97.17	95.85	94.53	87.03	95.56	93.29	92.38	90.62	90.19	96.99	95.75	94.81	93.49



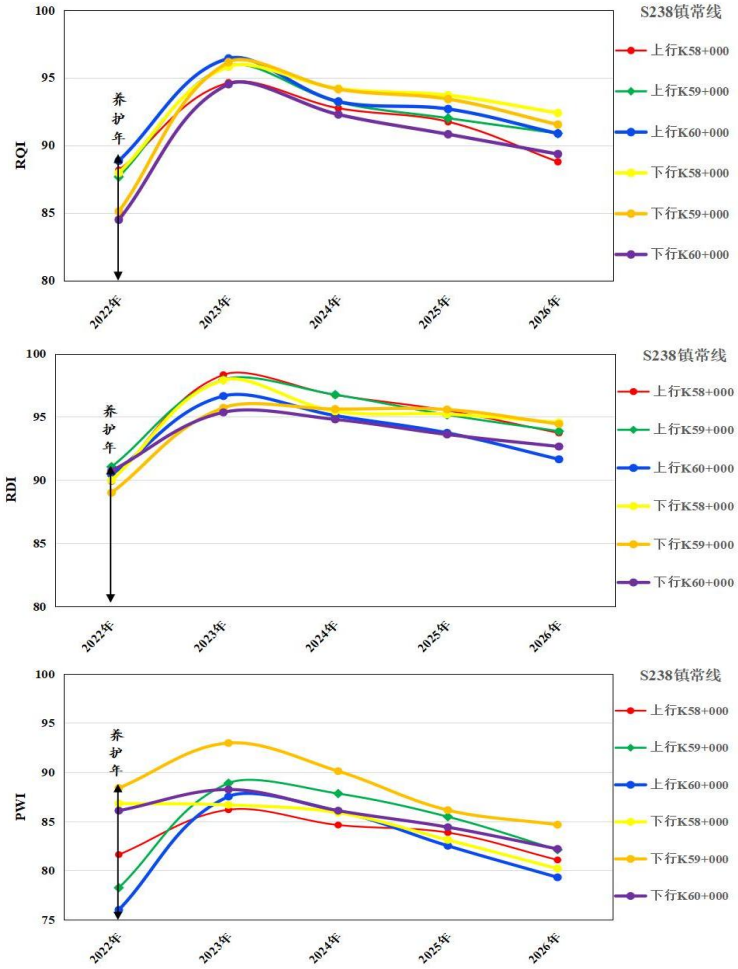


图 1.1-6 2022 年、2023 年养护路段 2021 年~2025 年各指标趋势图

表 1.1-10 2023 年就地热再生养护路段（2022~2026 年）检测数据统计表

桩号	PCI					RQI					RDI				
	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
K11+000~K12+000	88.97	86.38	99.71	98.69	97.15	90.71	89.43	95.86	94.65	92.95	92.81	90.48	97.28	96.79	95.51
K12+000~K13+000	83.04	82.75	99.47	98.84	96.41	85.71	84.30	96.49	95.54	94.12	89.69	88.98	97.41	95.66	94.64
K13+000~K13+715	90.23	88.52	97.12	96.72	94.97	91.77	89.68	97.44	96.61	94.06	91.52	90.28	96.03	95.92	93.69
平均值	87.41	85.88	98.77	98.08	96.18	89.40	87.80	96.60	95.60	93.71	91.34	89.91	96.91	96.13	94.61

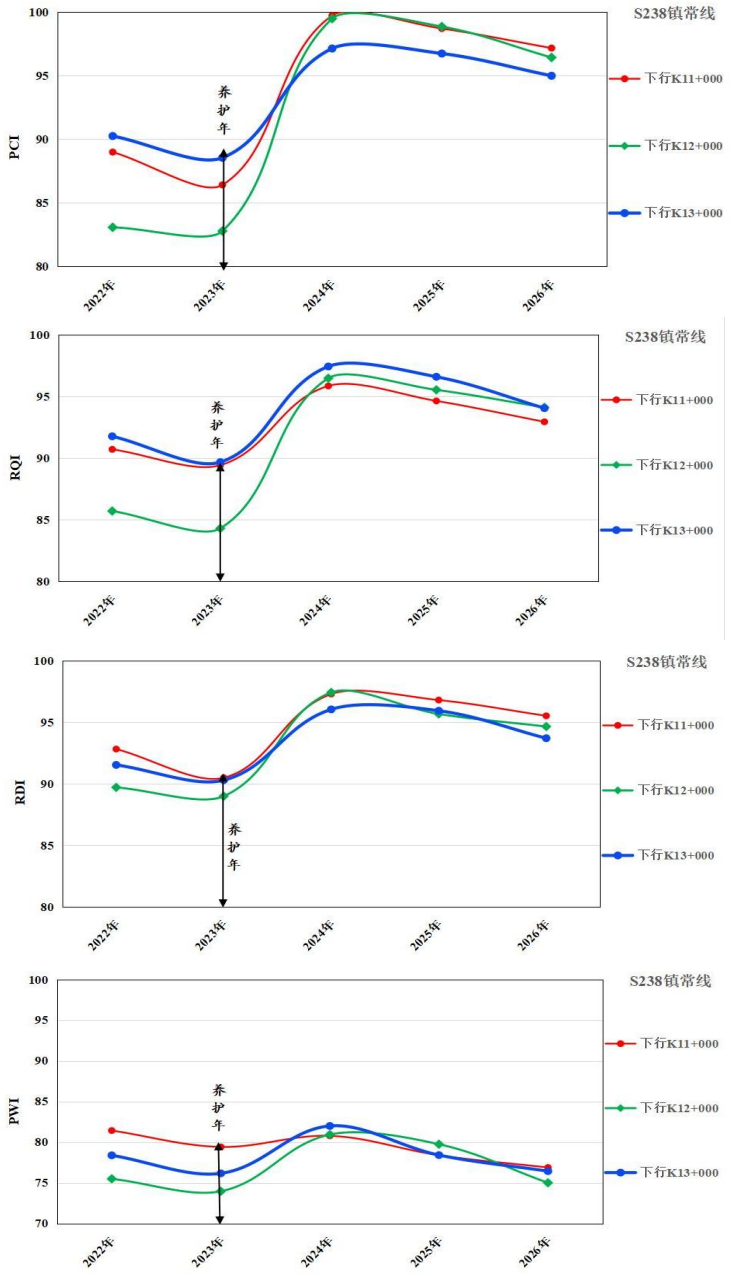
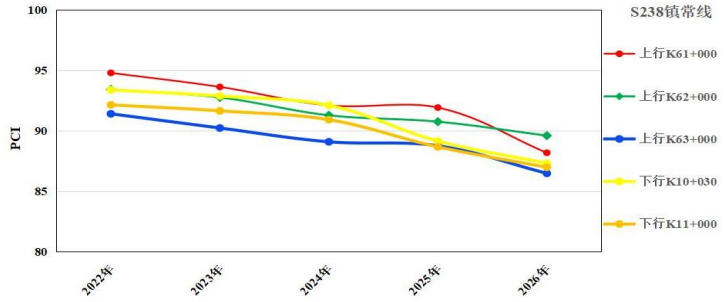
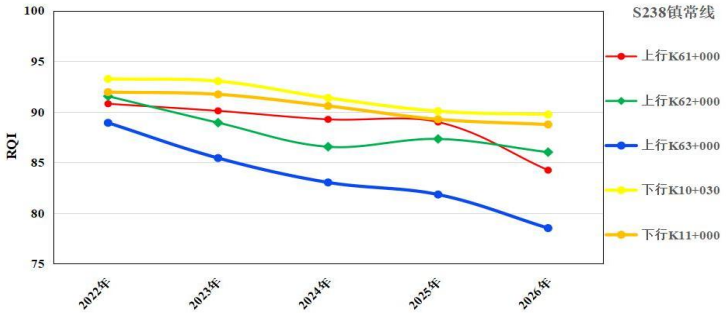


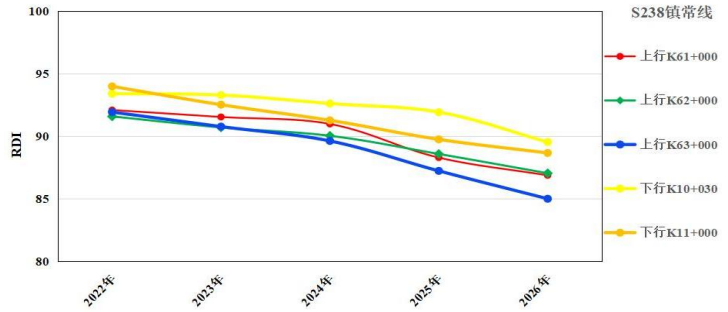
图 1.1-7 2022 年、2023 年养护路段 2022 年~2025 年各指标趋势图

表 1.1-11 近年未维修路段（2022~2025 年）检测数据统计表

桩号	PCI					RQI					RDI				
	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
K61+000~K62+000	94.80	93.64	92.11	91.93	88.19	90.80	90.10	89.26	89.00	84.24	92.09	91.54	90.98	88.29	86.87
K62+000~K63+000	93.43	92.77	91.29	90.76	89.61	91.55	88.93	86.55	87.33	86.02	91.58	90.70	90.04	88.58	87.04
K63+000~K64+000	91.42	90.24	89.10	88.77	86.49	88.92	85.44	83.03	81.84	78.52	91.93	90.77	89.62	87.23	85.00
K10+030~K11+000	93.39	92.89	92.12	89.16	87.32	93.26	93.03	91.38	90.07	89.74	93.40	93.29	92.62	91.93	89.54
K11+000~K11+800	92.16	91.66	90.93	88.68	86.99	91.95	91.73	90.58	89.26	88.75	93.98	92.52	91.27	89.75	88.66
平均值	93.04	92.24	91.11	89.86	87.72	91.29	89.85	88.16	87.50	85.45	92.60	91.76	90.90	89.16	87.42







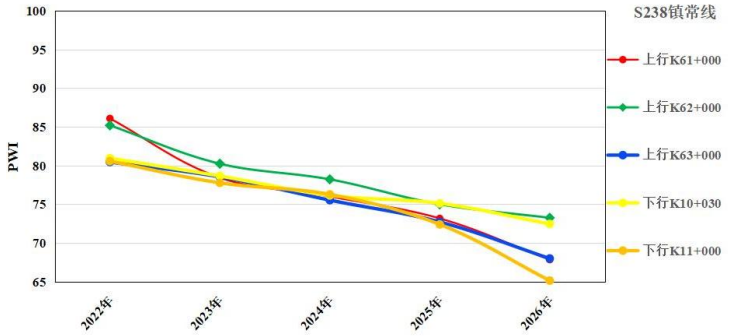


图 1.1-8 未养护路段 2022 年~2026 年各指标趋势图

表 1.1-12 维修路段及未维修路段 2023/2024~2026 年衰减率

项目	PCI	RQI	RDI	PWI
2022 年维修路段	1.32%	1.45%	1.22%	2.64%
2023 年维修路段	1.32%	1.50%	1.19%	3.21%
近年未维修路段	1.66%	1.65%	1.60%	4.13%

统计分析结果如下：

a、由表 1.1-9、图 1.1-6 与表 1.1-10、图 1.1-7 可知，维修路段养护后一年（2023 年/2024）检测指标较养护当年（2022 年/2023）有明显提升。2022 年养护路段 PCI 平均值由 87.6，恢复到 98.37，平均提升 12.3%左右；RQI 平均值由 87.03，恢复到 95.29，平均提升 9.80%左右；2023 年养护路段 PCI 平均值由 85.88，恢复到 98.77，平均提升 15.0%左右；RQI 平均值由 87.80，恢复到 96.60，平均提升 10.02%左右。且养护后指标衰减速度较养护前更为缓慢。

b、由表 1.1-11 与图 1.1-8 可知，未养护路段各指标一直处于衰减状态，且历年衰减速度目前已由加速衰减模式逐渐平缓衰减；

c、结合图表中的数据及曲线可知：维修路段自维修后，其各指标衰减率均低于未维修路段。

结论：由各项指标数据、图表分析可知：S238 在 2022 年（铣刨老路 4cm 上面层+局部下面层及基层修补+4cmSUP-13 改性沥青混合料上面层；交叉口路段采用高强抗车辙沥青路面）、2023 年（对原上面层采用现场复拌就地热再生处治方案。）实施的养护方案适用于该路段，且实际应用效果较好。在设计本项目 S238 路段路面维修方案时，可将本方案列入

考虑范畴，并结合本次检测情况，优化混合料类型和下承层病害处治方案，科学地制定养护方案

1.1.5 交通量

根据项目路段 2020 年~2025 年观测站交通量统计数据，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。

1.1.5.1 G523（K25+845~K30+930 段）观测站交通量统计分析

项目路段范围内 G523 观测站为：博爱村观测站（K22+413~K32+619），观测站 2020 年~2025 年间年平均日交通量统计如下：



图 1.1-9 G523 镇江段各观测点地理位置图

1）博爱村观测站（K22+413~K32+619）

表 1.1-13 项目路段日平均交通量统计（辆/日）

年份	中小客	大客车	小货车	中货车	大货车	特大货	集装箱	自然合	当量合
2020	8925	109	1023	341	236	322	9	10965	12537
2021	10400	108	1227	347	271	370	27	12750	14575
2022	8980	98	956	250	173	240	19	10716	11927
2023	10537	127	1029	292	195	296	26	12502	13970
2024	10834	111	993	307	205	338	32	12820	14447
2025	11676	91	707	238	159	256	28	13155	14410

项目路段各车型交通量组成比例统计见下表。

表 1.1-14 项目路段各车型交通量组成比例统计表

年份	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2020	10029	528	234	440
2021	9948	450	236	331
2022	11627	455	271	397
2023	9972	352	175	262
2024	11244	404	190	303
2025	11568	371	183	308

表 1.1-15 项目路段各车型交通量组成比例统计表

年份	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2020	89.3%	4.7%	2.1%	3.9%
2021	90.7%	4.1%	2.2%	3.0%
2022	91.2%	3.6%	2.1%	3.1%
2023	92.7%	3.3%	1.6%	2.4%
2024	92.6%	3.3%	1.6%	2.5%
2025	93.1%	3.0%	1.5%	2.5%

博爱村观测站 2025 年各车型交通组成如下图所示：

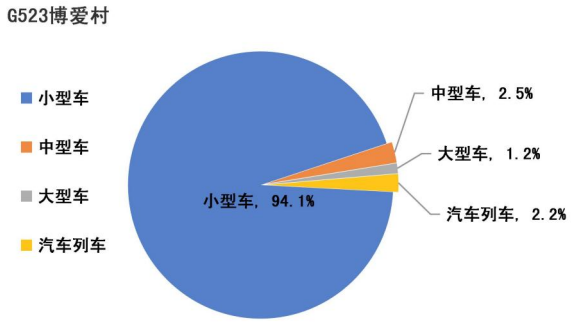


图 1.1-10 博爱村观测站各车型交通组成

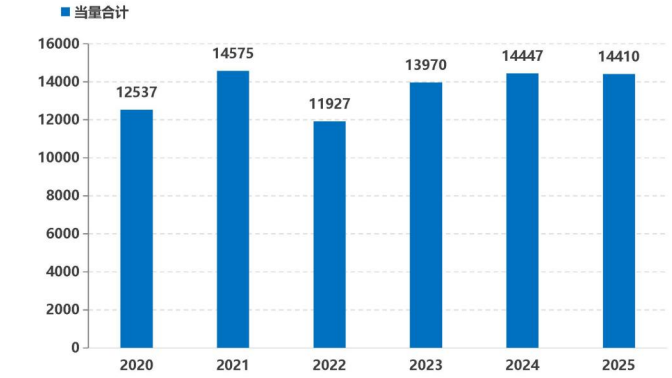


图 1.1-11 2020 年~2025 年博爱村观测站交通量统计图

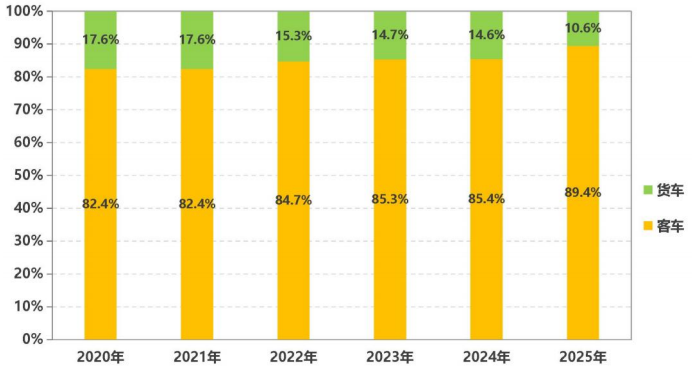


图 1.1-12 近年项目路段客货车比例

博爱村观测站的交通量分析情况如下：

（1）从上表交通量统计数据数据可以看出，2025 年项目路段汽车自然数为 13155（辆/天），当量数为 14410（pcu/d），项目路段总体交通量一般。纵观历年交通量统计数据，2020~2025 年年平均日交通量总体呈上升，年平均增长率为 3.7%。

（2）由观测点车型比例图可知，小型车占比较大，均在 90%以上，其余类型车辆占比较小，2025 年各车型占比：小型车 94.1、中型车 2.5%、大型车 1.2%、汽车列车 2.2%。

（3）由客货占比图可以看出：项目路段客车占比较大，货车占比不足 1/5 且呈逐年下降趋势，2025 年客货比为 89:11。

（4）根据兴隆观测站交通量数据，结合未来交通增长预测，设计使用年限内设计车道累计大型客车和货车交通量为 3.41×10^6，**属于轻等交通荷载等级。**

1.1.5.2 S238 （K55+027~K77+300 段）观测站交通量统计分析

项目路段范围内 S238 观测站为：兴隆观测站（观测范围：K40+200~K67+198）、西来桥观测站（观测范围：K67+198~K78+624），观测站 2020 年~2025 年间年平均日交通量统计如下：



图 1.1-13 S238 镇江段各观测点地理位置图

1.1.5.2 1 兴隆观测站（观测范围：K40+200~K67+198）

（1）观测站交通量统计分析

表 1.1-16 项目路段日平均交通量统计（辆/日）

年份	中小客	大客车	小货车	中货车	大货车	特大货	集装箱	自然合计	当量合计
2020	6863	144	688	428	501	987	56	9667	13834
2021	8486	263	1042	451	682	947	50	11921	16292
2022	7161	152	767	289	382	443	27	9221	11425
2023	8814	137	791	306	379	482	39	10948	13301
2024	8333	276	875	560	684	1255	87	12070	17540
2025	8062	305	793	466	614	1062	65	11367	16055

项目路段各车型交通量组成比例统计如下：

表 1.1-17 项目路段各车型交通量组成比例统计表

年份	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2020	7551	572	501	1043
2021	9528	714	682	997
2022	7928	441	382	470

年份	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2023	9605	443	379	521
2024	9208	836	684	1342
2025	8855	771	614	1127

表 1.1-18 项目路段各车型交通量组成比例统计表

年份	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2020	78.1%	5.9%	5.2%	10.8%
2021	79.9%	6.0%	5.7%	8.4%
2022	86.0%	4.8%	4.1%	5.1%
2023	87.7%	4.0%	3.5%	4.8%
2024	76.3%	6.9%	5.7%	11.1%
2025	77.9%	6.8%	5.4%	9.9%

兴隆观测站 2025 年各车型交通组成如下图所示：

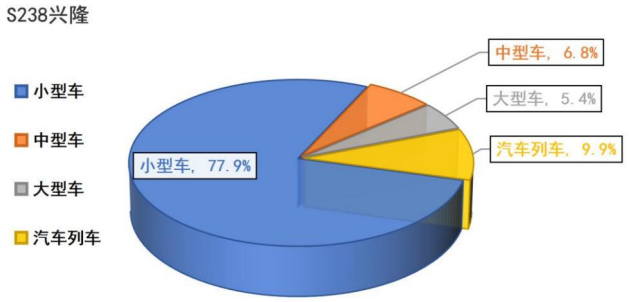


图 1.1-14 兴隆观测站各车型交通组成

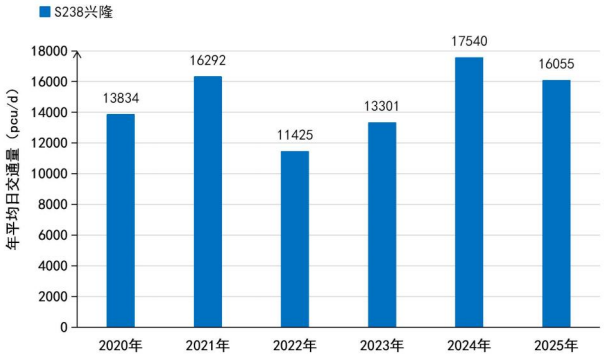


图 1.1-15 2020 年~2025 年兴隆观测站交通量统计图

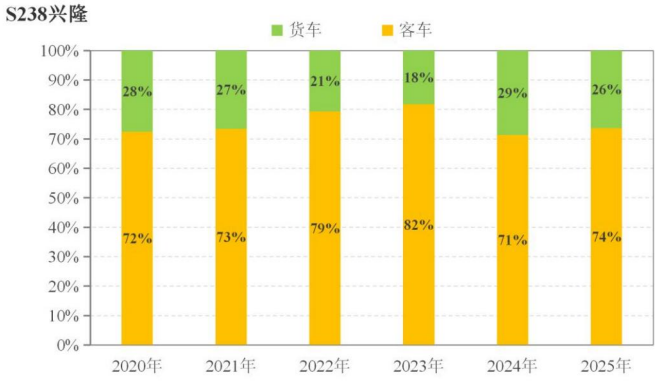


图 1.1-16 近年项目路段客货车比例

兴隆观测站的交通量分析情况如下：

（1）从历年日平均交通量统计交通量数据可以看出，2025 年项目路段汽车自然数为 11367（辆/天），当量数为 16055（pcu/d），项目路段总体交通量一般。纵观历年交通量统计数据，2020~2025 年年平均日交通量总体呈增长，年平均增长率为 5.5%。

（2）由观测点车型比例图可知，小型车占比较大，其余类型车辆占比相当，2025 年各车型占比：小型车占 77.9%、中型车占6.8%、大型车占5.4%、汽车列车占 9.9%。

（3）由项目路段客货车比例图可以看出：近年货车占比稍有波动，但基本维持在 25%左右，2025 年观测站内客货比为 74:26。

（4）根据兴隆观测站交通量数据，结合未来交通增长预测，设计使用年限内设计车道累计大型客车和货车交通量为 7.29×10^6，**属于中等交通荷载等级。**

1.1.5.3 西来桥观测站（观测范围：K67+198~K78+624）

表 1.1-19 项目路段日平均交通量统计（辆/日）

年份	中小客	大客车	小货车	中货车	大货车	特大货	集装箱	自然合计	当量合计
2020	4733	57	978	713	686	1695	231	9093	16285
2021	3621	54	835	791	849	1965	255	8370	16726
2022	2977	37	672	559	591	1225	176	6237	11625
2023	4392	62	914	757	821	1581	262	8789	15959
2024	4992	59	1021	795	870	1714	302	9753	17533
2025	5800	51	1019	731	761	1571	274	10207	17275

项目路段各车型交通量组成比例统计如下：

表 1.1-20 项目路段各车型交通量组成比例统计表

年份	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2020	5711	770	686	1926
2021	4456	845	849	2220
2022	3649	596	591	1401
2023	5306	819	821	1843
2024	6013	854	870	2016
2025	6819	782	761	1845

表 1.1-21 项目路段各车型交通量组成比例统计表

年份	小型车	中型车	大型车	汽车列车
2020	62.8%	8.5%	7.5%	21.2%
2021	53.2%	10.1%	10.1%	26.5%
2022	58.5%	9.6%	9.5%	22.5%
2023	60.4%	9.3%	9.3%	21.0%
2024	61.7%	8.8%	8.9%	20.7%
2025	66.8%	7.7%	7.5%	18.1%

西来桥观测站 2025 年各车型交通组成如下图所示：

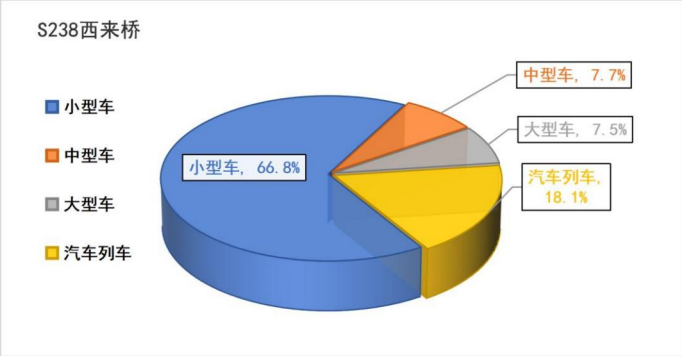


图 1.1-17 西来桥观测站各车型交通组成

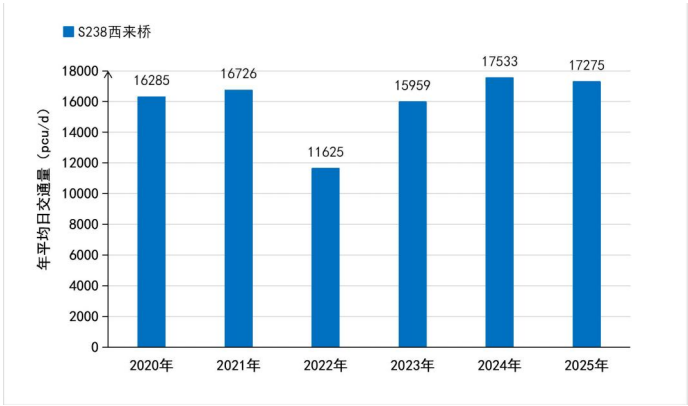


图 1.1-18 2020 年~2025 年西来桥观测站交通量统计图

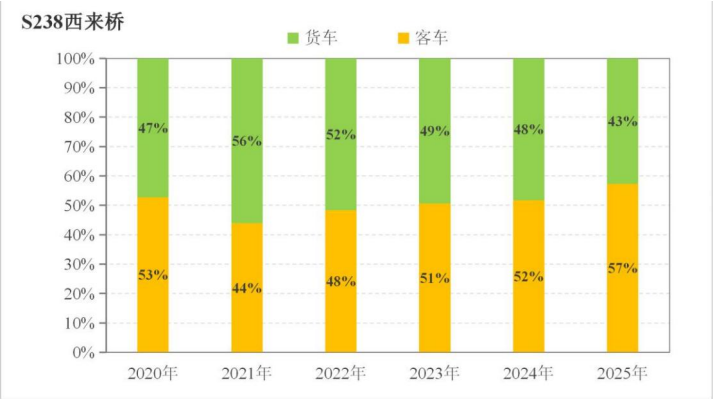


图 1.1-19 近年项目路段客货车比例

西来桥观测站的交通量分析情况如下：

（1）从历年日平均交通量统计交通量数据可以看出，2025 年项目路段汽车自然数为 10207（辆/天），当量数为 17275（pcu/d），项目路段总体交通量一般。纵观历年交通量统计数据，2020~2025 年年平均日交通量总体呈增长，年平均增长率为 3.6%。

（2）由观测点车型比例图可知，小型车占比较大，其余类型车辆占比相当，2025 年各车型占比：小型车占 66.8%、中型车占7.7%、大型车占 7.5%、汽车列车占 18.1%。

（3）由项目路段客货车比例图可以看出：近年货车占比较大，且波动较小，基本维持在 50%左右，2025 年观测站内客货比为 57:43。

（4）根据西来桥观测站交通量数据，结合未来交通增长预测，设计使用年限内设计车

道累计大型客车和货车交通量为 9.88×10^6，**属于重等交通荷载等级。**

1.2 测设经过

我公司中标镇江市 2026 年普通国省道专项养护工程设计项目 2026LMYH-SJ 标段后，及时组建项目组。

5 月下旬派遣专业技术人员协同镇江市公路事业发展中心有关技术管理人员，对各辖区上报路面病害路段进行初步现场调查，筛选出满足专项养护要求的路段；

6 月上旬再次对筛选出路段进行详细地现场调查、检测并收集相关项目资料，并对获得资料进行统计分析后，针对项目各路段病害特征初步拟定维修方案，期间多次与业主沟通，并对方案及路段进行调整；

7 月中旬，根据最终确定的路段及维修方案再次现场复核调查，分析拟定方案与路面病害匹配度并做出调整；

8 月根据收集资料、检测资料及拟定方案等资料，进行项目施工图设计工作，并于 8 月 28 日，在镇江市公路事业发展中心进行施工图设计审查，会后根据与会专家及代表意见，修改、调整施工图设计内容，最终形成本项目施工图设计文件。

1.3 设计依据

1.3.1 设计采用的规范

(1)《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

(2)《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；

(3)《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）；

(4)《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）；

(5)《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421-2018）；

(6)《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521-2019）；

(7)《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）；

(8)《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）；

(9)《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142-2019）；

(10)《公路养护技术标准》（JTG 5110-2023）；

(11)《道路交通标志标线第 1 部分：总则》（GB 5768.1-2025）；

(12)《道路交通标志标线第 3 部分：道路交通标线》（GB 5768.3-2025）；

(13)《道路交通标志标线第 4 部分：作业区》（GB 5768.4-2017）；

(14)《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）；

(15)《公路技术状况评定标准》（JTG 5210-2018）；

(16)《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）；

(17)《公路勘测规范》（JTG C10-2007）；

(18)《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）；

(19)《公路交通安全设施设计细则》（JTG/ T D81-2017）；

(20)《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671-2021）；

(21)《公路交通标志和标线设置规范》（JTG D82-2009）；

(22)《工程建设标准强制性条文》（公路部分）；

(23)《江苏省普通国省道养护工程设计指南（试行）》（2025）；

(24)《江苏省公路养护科学决策工作手册》（苏交公养 2015 第 172 号）；

(25)《公路路基养护技术规范》（JTG 5150-2020）；

(26)《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）；

(27)2020~2025 年路段观测站交通量数据（来源：镇江市公路事业发展中心）。

(28)2025 年镇江市普通国省道路面状况指标省中心检测数据（来源：镇江市公路事业发展中心）

(29)现行其他国家规范、行业标准，以及项目相关会议、委托文件。

项目实施过程中，如有新的规范（标准）、规程颁布实施，则应按新的规范（标准）、规程执行。凡本设计文件要求高于规范要求的，按设计文件执行；本设计未尽事宜参照现行规范（标准）要求执行。

1.4 项目实施范围

在现场踏勘、检测结果的基础上，结合管养单位意见，最终确定本次路面养护里程为单车道 1.78km。

表 1.4-1 路面病害处治路段

序号	路线编号	路线编号	桩 号			长度（m）	位置		方案编号	备注
1	G523	扬中	K30+860		K30+910	50	上行	第四车道	方案 2	平交口
2	G523	扬中	K30+910		K30+930	20	上行	第三、四车道	方案 2	平交口
3	G523	扬中	K25+845	~	K25+920	75	下行	第三、四车道	方案 2	平交口
4	S238	扬中	K55+027	~	K55+250	223	上行	第三车道	方案 1	/
5	S238	扬中	K60+660	~	K60+755	95	上行	第三车道	方案 2	平交口
6	S238	扬中	K62+685		K62+750	65	上行	第二车道	方案 2	平交口
7	S238	扬中	K62+750		K62+855	105	上行	第三、四车道	方案 2	平交口
8	S238	扬中	K62+855		K62+985	130	上行	第二车道	方案 3	/
9	S238	扬中	K74+190	~	K74+250	60	上行	第二车道	方案 2	/
10	S238	扬中	K74+330	~	K74+420	90	上行	第二车道	方案 2	/
11	S238	扬中	K77+110		K77+300	190	上行	第二车道	方案 2	平交口
12	S238	扬中	K57+440		K57+700	260	下行	第三车道	方案 2	/
13	S238	扬中	K74+805		K74+830	25	下行	第二、三车道	方案 2	平交口
14	S238	扬中	K74+830		K74+860	30	下行	第二、三车道	方案 2	平交口（惠民桥）
15	S238	扬中	K74+860		K74+880	20	下行	第二、三车道	方案 2	平交口
16	S238	扬中	K74+880		K74+945	65	下行	第三车道	方案 2	/
合计						1503.0				

1.5 施工图审查意见执行情况

2026 年 8 月 28 日，镇江市公路事业发展中心组织召开镇江市 2026 年普通国省道专项养护工程施工图设计审查会。镇江市公路事业发展中心及特邀专家参加了会议。在听取了设计单位镇江市交通规划设计院有限公司的汇报后，与会代表进行了认真讨论并形成意见如下：

一、设计单位在调查研究的基础上编制的设计文件内容基本齐全，资料翔实，设计内容基本达到施工图深度要求，符合《公路沥青路面养护设计规范》等标准规范，可以作为下阶段工作的依据。

二、维修段落划分和改造方案

（1）G523

K30+860~K30+910 上行第四车道，K30+910~K30+930 上行第三、四车道，K25+845~K25+920 下行第三、四车道，铣刨原 12cm 沥青面层后，对原基层进行局部修补，回铺 8cm SUP-20 高强抗车辙沥青混合料下面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混合料上面层。

（2）S238

K60+660~K60+755 上行第三车道，K62+685~K62+750 上行第二车道，K62+750~K62+855 上行第三、四车道，K74+190~K74+250 上行第二车道，K74+330~K74+420 上行第二车道，K77+110~K77+300 上行第二车道，K57+440~K57+700 下行第三车道，K74+805~K74+880 下行第二、三车道，K74+880~K74+945 下行第三车道，铣刨原 10/12cm 沥青面层后，对原基层进行局部修补，回铺 6/8cm SUP-20 高强抗车辙沥青混合料下面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混合料上面层。

K62+855~K62+985 上行第二车道，对原路面进行地聚合物注浆后，铣刨原 12cm 沥青面层，对原基层进行局部修补，回铺 8cm SUP-20 高强抗车辙沥青混合料下面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混合料上面层。

K55+027~K55+250 上行第三车道，对原路面进行局部病害处治后，采取现场双层复拌就地热再生（掺高强抗车辙剂），厚度沥青上、下面层。

三、其他意见及建议

（一）补充相关验收指标；

答复：已补充项目相关材料及工艺验收指标（详见 5 主要材料及技术要求）

（二）根据雷达检测，优化注浆深度；

答复：已优化注浆深度，说明中为推荐注浆深度，具体注浆深度由注浆前雷达检测病害深度综合确定，注浆深度需大于病害深度。

（三）核实水毁路段病害成因；

答复：已进一步核实水毁路段病害成因（详见 2.6.2 排水状况调查、2.7 典型病害及原因分析）。

2 老路面的调查评定结果以及病害产生的原因

2.1 原路技术标准

2.1.1 G523 原技术标准

K24+434~K30+921 路段双向六车道、一级公路，设计时速 100km/h，限速 80km/h。现状路基宽 39.5m（42.5m），路基标准横断面布置为：3m（6m）中央分隔带+2×0.75m 路缘带+2×11.25m 行车道+2×5.5m 硬路肩+2×0.75m 土路肩。

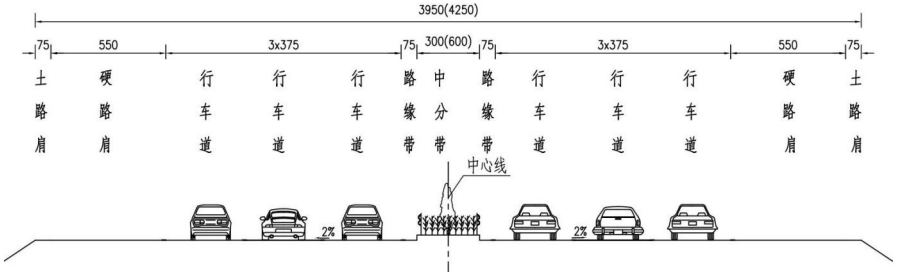


图 2.1-1 路基标准横断面（K24+434~K30+921）

G523（K25+845~K30+930 段）原设计路面结构为：4cm AC-13+8cm AC-20+36cm 水泥稳定碎石+20cm 石灰土。

2.1.2 S238 原技术标准

K55+027~K57+699 路段双向六车道、一级公路，设计时速 100km/h，限速 80km/h。现状路基宽 42.5m，路基标准横断面布置为：6m 中央分隔带+2×0.75m 路缘带+2×11.25m 行车道+2×5.5m 硬路肩+2×0.75m 土路肩。

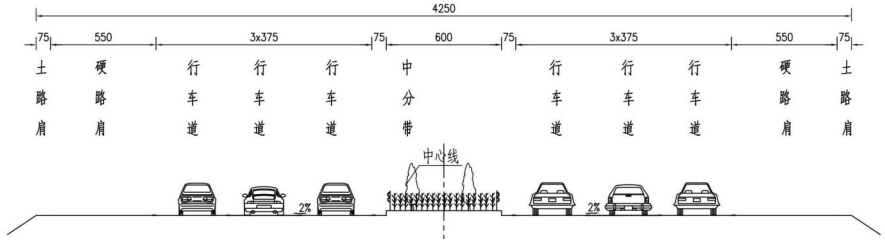


图 2.1-2 路基标准横断面（K55+027~K57+699）

K57+699~K67+198 路段为双向四车道、一级公路，设计速度 100km/h。现状路基宽 33.5m，路基标准横断面布置为：4.0m 中分带+2×0.75 路缘带+2×2×3.75m 行车道+2×5.5m 硬路肩+2×1.0m 土路肩。

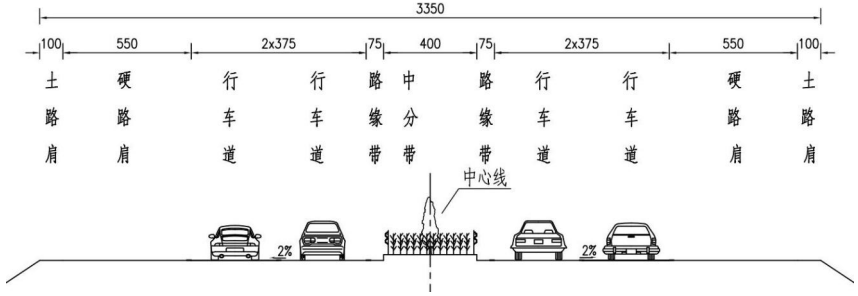


图 2.1-3 路基标准横断面（K55+027~K57+699）

K73+000~K78+624 路段为双向四车道、一级公路，设计速度 100km/h。现状路基宽 30m，路基标准横断面布置为：4.0m 中分带+2×0.75 路缘带+2×2×3.75m 行车道+2×4.0m 硬路肩+2×0.75m 土路肩。

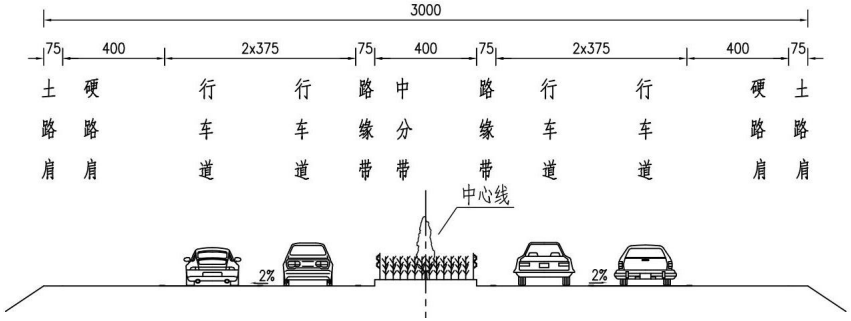


图 2.1-4 路基标准横断面（K55+027~K57+699）

S238 项目路段（K55+027~K77+300 段）原设计路面结构为：4cm AC-13+8cm AC-25+36cm 水泥稳定碎石+20cm 石灰土。

2.2 现场调查情况

项目调查路段汇总表如下：

序号	路线编号	里程桩号			长度（m）	位置			病害类型
		起点	~	讫点		方向	调查车道	备注	
1	G523	K30+860	~	K30+910	50	上行	第四车道	平交口	车辙、裂缝
2	G523	K30+910	~	K30+930	20	上行	第三、四车道	平交口	车辙

3	G523	K25+845	~	K25+920	75	下行	第二、四车道	平交口	车辙、裂缝、局部松散
4	S238	K55+027	~	K55+250	223	上行	第三车道	一般路段	车辙、横缝
5	S238	K60+660	~	K60+755	95	上行	第三车道	平交口	局部松散、坑槽、修补、车辙
6	S238	K62+685	~	K62+750	65	上行	第二车道	平交口	车辙、裂缝、修补
7	S238	K62+750	~	K62+855	105	上行	第三、四车道	平交口	车辙
8	S238	K62+855	~	K62+985	130	上行	第二车道	出平交口	唧浆、车辙
9	S238	K74+190	~	K74+250	60	上行	第二车道	平交口前	平均车辙深度 1.5cm
10	S238	K74+330	~	K74+420	90	上行	第二车道	平交口内+出平交口	车辙、横缝
11	S238	K77+110	~	K77+300	190	上行	第二车道	平交口	车辙、横缝、龟裂
12	S238	K57+440	~	K57+700	260	下行	第三车道	出平交口	车辙、龟裂、横缝、修补
13	S238	K74+805	~	K74+880	75	下行	第二、三车道	平交口（桥面）	车辙、局部松散、裂缝、局部坑槽
14	S238	K74+880	~	K74+945	65	下行	第三车道	一般路段	车辙、横向裂缝、龟裂

经现场调查，各路段现状情况如下所示：

（1）G523 上行 K30+860~K30+910 第四车道 (50m)、K30+910~K30+930 第三、四车道（20m）



经现场调查，上行 G523 K30+860~K30+930 平交口第三、四车道段主要为车辙、裂缝病害，车辙平均深度约 3.0cm。

（2）G523 下行 K25+845~K25+920 第三、四车道 (75m)



经现场调查，G523 下行 K25+845~K25+920 段平交口第三、四车道，现状存在车辙、裂缝病害，GRAC 路面存在松散、裂缝、坑槽，车辙平均深度约 2.5cm。

（3）S238 上行 K55+027~K55+250 第三车道（223m）








车辙深度 2.1cm	车辙深度 1.7cm

经现场调查，S238 上行 K55+027~K55+250 第三车道为货车专用道，现状路面存在车辙病害，车辙平均深度约 1.9cm，有少量横向裂缝。

（4）S238 上行K60+660~K60+755 第三车道（95m）

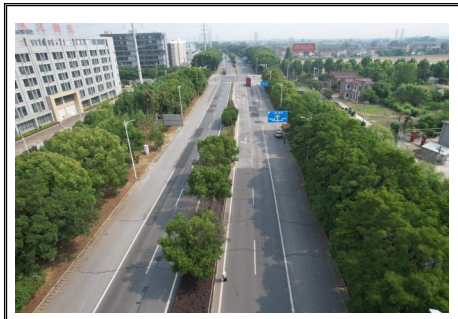






经现场调查，S238 上行K60+660~K60+755 平交口第三车道，现状 GRAC 路面局部松散、坑槽，修补处出现车辙病害。

（5）S238 上行K62+685~K62+750 第二车道（65m）






经现场调查，S238 上行 K62+685~K62+750 第二车道，现状路面存在车辙、裂缝、修补病害。

（6）S238 上行K62+750~K62+855 第三、四车道（105m）






经现场调查，S238 上行K62+750~K62+855 第三、四车道，现状路面存在车辙、裂缝、沉陷病害。

（7）S238 上行K62+855~K62+985 第二车道（130m）







经现场调查，S238 上行K62+855~K62+985 第二车道，现状路面存在车辙、裂缝、唧浆病害。

（8）S238 上行 K74+190~K74+250 第二车道（60m）、上行 K74+330~K74+420 第二车道（90m）






	
车辙深度 1.5cm (K74+190~K74+250)	车辙深度 3.2cm （K74+330~K74+420）

经现场调查，S238 上行 K74+190~K74+250 第二车道（60m）存在车辙病害，车辙平均深度为 1.5cm；上行 K74+330~K74+420 第二车道（90m）存着路面车辙及横向裂缝，车辙平均深度 3.0cm。

（9）S238 上行 K77+110~K77+300 第二车道（190m）






	
车辙深度 3.5cm	车辙深度 2.9cm

经现场调查，S238 上行K77+110~K77+300 第二车道，现状路面已用铣刨机铣刨沥青隆起部位后，又出现车辙病害，平均车辙深度 3.0cm，横向裂缝、龟裂。

（10）S238 下行K57+440~K57+700 第三车道（260m）







	
	
车辙深度 1.5cm	车辙深度 1.7cm

经现场调查，S238 下行 K57+440~K57+700 第三车道为货车专用道，现状路面存在车辙、龟裂、横向裂缝、修补病害，车辙平均深度为 1.7cm。

（11）S238 下行 K74+805~K74+880 第二、三车道（75m）

经现场调查，S238 下行 K74+805~K74+880 第二、三车道为惠民桥桥面段，现状为 GRAC 路面存在松散、裂缝、局部坑槽。

（12）S238 下行K74+880~K74+945 第三车道（65m）

经现场调查，S238 下行 K74+880~K74+945 第三车道，现状路面存在车辙、横向裂缝、龟裂病害。

2.3 路况指标评价分析

项目组现场探勘情况及检测数据对路段情况进行分析。

1）主要病害

项目路段主要病害为车辙，局部有裂缝、沉陷、坑槽、修补不良病害，严重裂缝处伴随唧浆现象。部分 GRAC 沥青路面半交口段出现松散、裂缝、坑槽病害。

2）各指标检测数据评价

项目组对检测得到的路面破损状况(PCI)、路面行驶质量（RQI）、路面车辙（RDI）、路面跳车（PBI）、路面磨耗（PWI）、路面结构强度（PSSI）进行统计分析，通过进一步计算得到路面技术状况指数（PQI），再对此项数据进行统计分析。具体情况如下：

表 2.2-1 各项指数统计

序号	路线编号	桩号	长度（m）		路面破损状况			路面行驶			路面车辙			路面跳车					路面磨耗			路面技术状况指标	
				位置	DR (%)	PCI	评价	IRI(m/km)	RQI	评价	RD (mm)	RDI	评价	PB-轻	PB-中	PB-重	PBI	评价	WR(%)	PWI	评价	PQI	评价
1	G523	K30+860~K30+910	50	上行第四车道	0.51	88.66	良	3.69	77.74	中	14.47	76.58	中	2	0	0	100.00	优	26.87	77.54	中	83.59	良
2	G523	K30+910~K30+930	20	上行第三、四车道	0.51	88.66	良	3.69	77.74	中	16.31	71.06	中	2	0	0	100.00	优	26.87	77.54	中	82.77	良
3	G523	K25+845~K25+920	75	下行第三、四车道	0.52	88.56	良	2.77	86.44	良	14.92	75.25	中	0	0	0	100.00	优	20.70	81.70	良	86.39	良
4	S238	K55+027~K55+250	223	上行第三车道	0.62	87.69	良	2.46	88.62	良	14.55	76.35	中	1	0	0	100.00	优	28.70	76.35	中	86.37	良
5	S238	K60+660~K60+755	95	上行第三车道	0.50	88.69	良	5.22	56.33	差	14.01	77.98	中	1	0	0	100.00	优	15.06	85.74	良	78.21	中
6	S238	K62+685~K62+750	65	上行第二车道	0.64	87.54	良	3.70	77.66	中	14.52	76.44	中	1	0	0	100.00	优	41.28	68.54	次	82.26	良
7	S238	K62+750~K62+855	105	上行第三、四车道	0.91	85.60	良	4.39	68.95	次	13.55	79.34	中	1	0	0	100.00	优	51.28	62.70	次	78.82	中
8	S238	K62+855~K62+985	130	上行第二车道	0.71	86.96	良	3.87	75.69	中	16.95	69.14	次	0	0	0	100.00	优	51.10	62.80	次	79.79	中
9	S238	K74+190~K74+250	60	上行第二车道	0.27	91.25	优	3.86	75.74	中	16.14	71.58	中	2	0	0	100.00	优	18.58	83.19	良	83.72	良
10	S238	K74+330~K74+420	90	上行第二车道	0.16	92.99	优	3.42	80.62	良	14.54	76.38	中	2	0	0	100.00	优	39.76	69.45	次	85.13	良
11	S238	K77+110~K77+300	190	上行第二车道	2.98	76.47	中	4.50	67.40	次	15.49	73.53	中	1	0	0	100.00	优	57.55	59.16	差	73.93	中
12	S238	K57+440~K57+700	260	下行第三车道	0.21	92.05	优	2.78	86.35	良	17.20	68.39	次	2	0	0	100.00	优	13.82	86.67	良	87.05	良
13	S238	K74+805~K74+880	75	下行第二、三车道	0.18	92.53	优	5.41	53.36	差	13.82	78.54	中	1	0	0	100.00	优	13.89	86.62	良	78.84	中
14	S238	K74+880~K74+945	65	下行第三车道	0.51	88.67	良	3.92	75.03	中	13.22	80.33	良	1	0	0	100.00	优	39.28	69.74	次	82.57	良

注：注：上表中，路况指标评价为“优”（≥90），表格标注为绿色；评价为“良”（90~80），表格标注为黄色；评价为“中”（80~70），表格标注为橙色；评价为“次”，表格标注为橙红色；评价为“差”，表格标注为红色

根据以上数据分析得知：G523、S238 项目路段 RQI 较差，无评价为“优”路段，基本为“中”及以下，RDI 车辙指标评价较低，无评价“优、良”路段，结合现场调查情况，影响项目路段路

况指标的主要病害为，车辙、车辙严重处有龟裂、沉陷病害，局部存在裂缝病害，严重裂缝处伴有唧浆现象。由此可见，本次主要处治路面车辙、裂缝等病害，恢复路面行驶质量。

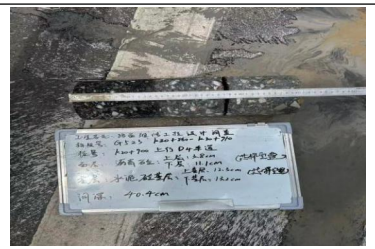
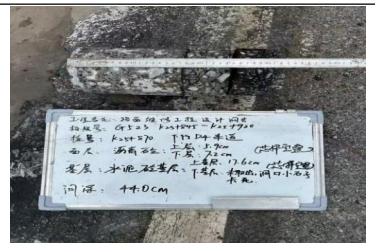
2.4 路面钻芯取样

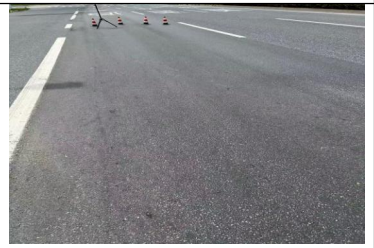
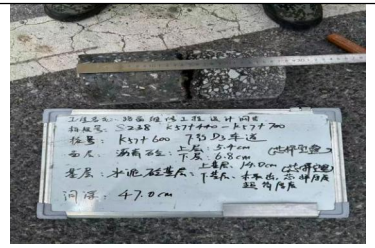
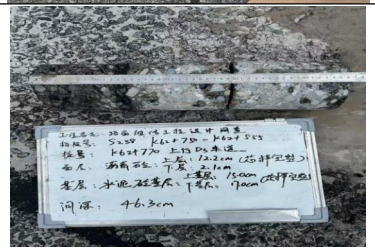
为进一步直观了解项目路段路面结构完整性，为病害成因分析提供参考依据，项目组对项目路段进行了现场钻芯取样，芯样直径为 150mm，对典型病害和路面完好处取芯。取芯过程中，详细记录芯样的完整性、厚度、层间粘结情况等。本项目共计取芯 9 处。

1）芯样总体情况描述

项目组对现场钻芯取样进行了详细的外观描述，并对芯样的层位按面层和基层分别进行了厚度统计分析，具体统计如下表：

表 2.3-1 芯样总体情况描述

序号	路线编号	桩号	方向	取芯位置	病害	芯样描述		结构层厚度（mm）		原病害处照片	芯样照片	坑洞照片
						路面	基层	沥青面层（上+下）	水稳基层（上+下）			
1	G523	K30+900	上行	第 4 车道	车辙	芯样完整	芯样完整	38+111	123+132			
2	G523	K25+870	下行	第 4 车道	车辙	芯样完整	上基层芯样完整；下基层未取出，小石子卡住	59+72	上基层 176			
3	S238	K74+870	下行	第 3 车道	车辙及裂缝	芯样完整	芯样完整	50+53	160+215			

序号	路线编号	桩号	方向	取芯位置	病害	芯样描述		结构层厚度（mm）		原病害处照片	芯样照片	坑洞照片
						路面	基层	沥青面层（上+下）	水稳基层（上+下）			
4	S238	K57+550	下行	第 3 车道	车辙及裂缝	芯样完整	上基层碎裂；下基层整体碎裂	42+76	上基层 134			
5	S238	K57+600	下行	第 3 车道	车辙	芯样完整	上基层芯样完整；下基层未取出，厚度超简厚	54+68	上基层 140			
6	S238	K62+960	上行	第 2 车道	坑洞	芯样底部 1.5cm 松散	上基层芯样破碎；下基层整体破碎	54+78	上基层 135			
7	S265	K55+110	上行	第 3 车道	车辙	芯样完整	芯样完整	45+66	170+168			
8	S238	K62+770	上行	第 3 车道	碎石颗粒剥落及裂缝	芯样完整	芯样完整	122+21	150+170			

序号	路线编号	桩号	方向	取芯位置	病害	芯样描述		结构层厚度（mm）		原病害处照片	芯样照片	坑洞照片
						路面	基层	沥青面层（上+下）	水稳基层（上+下）			
9	S238	K77+160	上行	第 2 车道	完好处	芯样完整	芯样完整	51+53	188+189			

项目路段共取芯 9 个（G523 共 2 个，S338 共 7 个），分别在路面完好、车辙、裂缝、坑洞处进行取芯。

1）G523 项目路段取芯情况分析：

均在车辙病害处进行取芯，芯样总体表现：芯样面层完整，基层完整，部分芯样上基层完整，下基层未能取出。芯样平均厚度，上面层平均厚度 4.9cm，下面层平均厚度 9.2cm，上基层 14.9cm，下基层 13.2cm，与原设计相比有所偏差。

2）S238 项目路段取芯：

（1）路面完好处：芯样面层与基层完整。

（2）车辙及裂缝处：芯样面层基本完整，芯样基层基本完整，部分芯样上基层裂缝贯穿碎裂。下基层破碎。

（3）坑洞处：面层芯样底部 1.5cm 松散，上基层芯样破碎；下基层整体破碎。

（4）芯样结构层平均厚度：上面层 6.2cm，下面层 5.4cm，上基层 15.1cm，下基层 19.1cm，面层平均厚度 11.7cm，基层 35.7cm。

综上：项目路段基层整体情况尚可，养护维修时，无需大面积铣刨重铺，仅对局部病害进行处治即可，沥青面层厚度与原设计相比均有偏差，车辙病害对面层影响较大，病害处芯样基本有损坏。

2.5 原路基、桥涵结构物和沿线设施状况调查

2.5.1.1 原路基调查

项目路段沿线路基状况整体良好，S238 上行 K62+855~K62+985 段第 2 车道路面裂缝病害伴有唧浆现象，拟对该段进行地聚合物注浆处理，加强路基结构强度。

2.5.1.2 桥梁调查

项目路段沿线共 1 座桥梁。

桥名	中心桩号	桥梁全长（m）	设计荷载
惠明桥	K74+816	30	公路 I 级





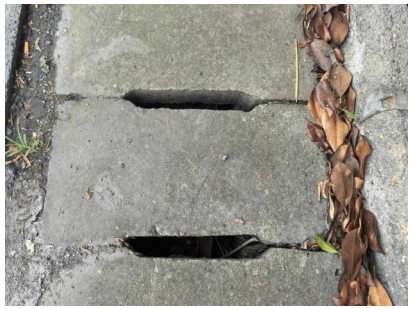


经调查，桥梁整体结构情况良好，桥梁下行桥面第二、三车道现状出现不同程度的病害，下行第二车道现状为 GRAC 灌入式沥青路面，出现松散、坑槽等病害，第三车道现状存在严重车辙、修补等病害。

2.5.1.3 排水状况调查

（1）S523 排水设计





G523 K25+845~K25+950 段





G523 K30+860~K30+930

图 2.4-1 道路排水状况调查

G523 项目路段路面排水主要为路侧盖板边沟排水，现状排水状况整体良好，部分路段排水沟中淤泥堆积，建议日常养护加强边沟清淤工作。

（2）S238 排水设计





S238 K55+085~K62+985 段




S238 K74+190~K77+375

图 2.4-2 道路排水状况调查

S238 K55+085~K62+985 段路面排水主要为路侧盖板边沟排水，现状排水状况整体良好，部分路段排水沟中淤泥堆积，建议日常养护加强边沟清淤工作。S238 K74+190~K77+375 段路面排水方式主要为路面漫流排水，部分段为路侧盖板边沟排水，现状整体排水状况较好，无积水现象。

2.5.1.4 交通安全设施

根据现场调查，本项目沿线安全设施状况总体良好。











图 2.4-3 沿线安全设施现状

经调查，沿线标志设置合理，里程碑设置齐全，支路道口标柱设置较为齐全，行车通视良好。

2.6 典型病害及原因分析

项目路段位于平原地带，典型病害为车辙，局部严重病害处伴随唧浆现象。

准确分析典型病害成因有助于制定针对性的方案，因此项目组综合路面病害现场形态等分析病害产生原因。

2.6.1.1 1 车辙病害成因分析

车辙是沥青路面特有的一种损坏现象，一般表现为在汽车荷载反复作用的轮迹带上产生竖直向下的永久变形，较严重时两侧通常有隆起变形。




G523 平交口车辙病害



S238 一般路段车辙



S238 平交口车辙

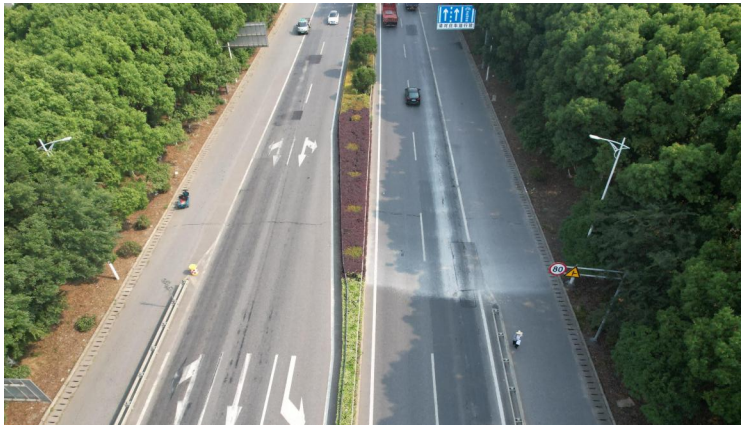
图 2.5-1 车辙

（1）一般路段车辙为压密型车辙，主要是夏季高温、高荷载导致。在高温季节下，沥青路面在车辆荷载及高温的耦合作用下极易发生车辙病害。

（2）平交口路段车辙：发生在信号灯交叉口进口道，部分路段车辙病害延伸至出口道。项目平交口车辙多为高温失稳型车辙，与车辆频繁起步、停车有很大关系。在信号交叉口处，由于交通信号的控制，交叉口区域刹车、起动频繁，因而交叉口路面一般会受到较一般路段更大的车轮水平荷载作用，并在车轮水平荷载和垂直荷载综合作用下，极有可能使结构层内产生的剪应力超过材料的抗剪强度，使得沥青面层出现车辙、推挤和拥包破坏。

2.6.1.2 唧浆病害

项目路段 S238 上行 K62+855~K62+985 第二车道处有两处唧浆，分别在 K62+890、K62+965 处。







根据现场调查，项目路段路侧有盖板边沟，调查时路侧边沟中无积水，结合取芯分析。发生唧浆原因如下：

①水沿施工缝下渗，导致路基含水量高。唧浆病害发生在维修路面施工缝部位，施工缝压实不足，接缝空隙大，雨水沿纵向拼接缝隙持续下渗，滞留在沥青面层与半刚性基层顶面之间，形成层间积水。导致路基含水量过高。

②路基含水量较高，未及时排出。路侧边沟虽无积水，但部分段积淤，路基水无法及时排出，导致基层含水量较高。

③重载交通的泵吸效应，引发唧浆现象：该段为中等交通荷载，货车占比约 26%，货车多在第二车道行驶，重载车辆通行时，轮载对层间积水产生周期性动水压力与负压抽吸：车辆碾压时挤压积水产生高压，车辆驶离产生负压，反复泵吸冲刷基层顶面，把基层细料变成泥浆，顺着缝隙唧到路面，形成现场可见白色浆痕。

3 路面方案设计

3.1 设计原则

经调查，路面病害主要表现为车辙，局部有修补、沉陷、坑槽、裂缝、唧浆病害。本次养护工程以路面病害针对性处治为主要原则，综合进行技术经济比较、制定合理可行的设计方案。

处治路段原则如下：

（1）分类处治原则：根据病害成因的不同，采用不同的处治方案进行处治。

（2）充分考虑施工便易性，尽可能采取相对单一的沥青混合料类型。

（3）绿色集约环保：就地取材、循环利用旧料，推广长效绿色养护技术，优化施工流程，减少占道施工与环境影响。

（4）经济动态适配：结合路况、交通、环境及建养历史，兼顾全寿命周期成本，择优选用经济方案，根据现场工况动态优化设计。

（5）通行保障优先：科学布设交通组织及防护设施，合理规划临时路线，最大限度降低施工对道路通行的影响。

（6）质量耐久可控：严控施工质量，选用优质材料与成熟工艺，强化过程管控，提升路面耐久性，延缓病害复发。

（7）隐患全面根治：坚持标本兼治，同步处置显性病害与隐性隐患，杜绝病害恶化衍生问题，提升道路安全性能。

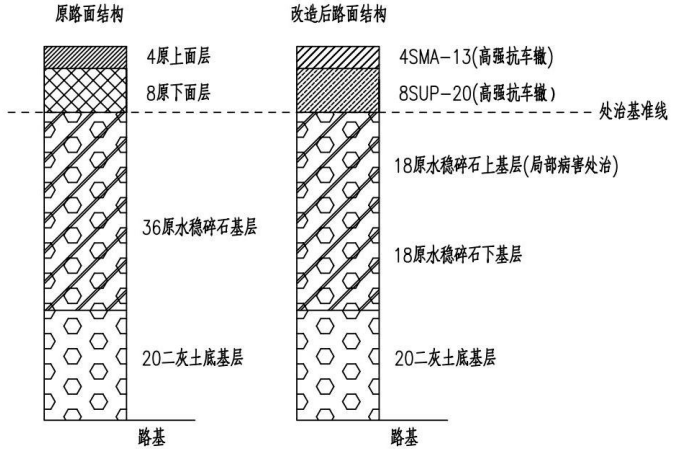
3.2 设计年限

根据《公路沥青路面养护设计规范》及《江苏省普通国省道养护工程设计指南（试行）》，本次扬中市 G523、S238 部分路段车辙专项养护工程，若按方案Ⅰ进行功能性修复养护设计年限取 5 年；若按方案Ⅱ进行结构性修复养护，设计使用年限取 10 年；若按方案Ⅲ进行就地热再生，设计使用年限取 4 年。

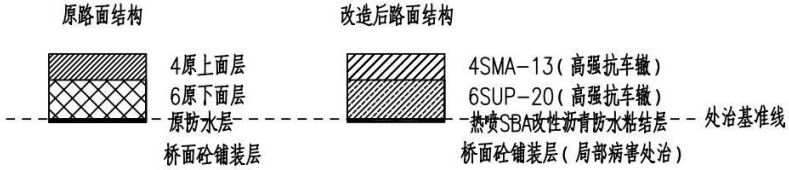
3.3 路面养护方案

❖**方案Ⅰ：铣刨原 10/12cm 沥青面层，对原基层进行局部修补，回铺 6/8cm SUP-20 高强抗车辙沥青混合料下面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混合料上面层。**

适用于路面主要病害为车辙病害路段。S238 K74+830~K74+860（惠明河桥）桥面车辙路段，铣刨沥青面层后，对桥面砼铺装层病害进行处治后，重做桥面防水层后，再回铺沥青面层。



①一般路段/平交口路段



②桥梁段

图 3.3-1 方案Ⅰ示意图

❖**方案Ⅱ：对原路面进行地聚合物注浆后，铣刨原 12cm 沥青面层，对原基层进行局部修补，回铺 8cm SUP-20 高强抗车辙沥青混合料下面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混合料上面层。**

适用于 S238 上行 K62+855~K62+985 第二车道，路面存在车辙、唧浆病害。

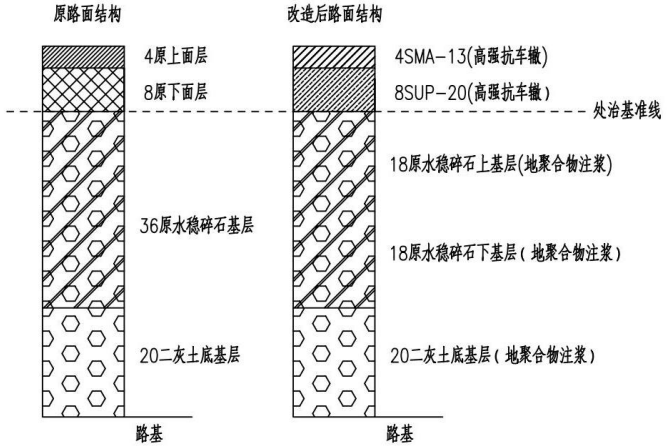


图 3.3-2 方案Ⅱ示意图

❖方案Ⅲ：对原路面进行局部病害处治后，采取现场双层复拌就地热再生（掺高强抗车辙剂），厚度沥青上、下面层。

适用于 S238 K55+027~K55+250 上行第二车道，该段存在车辙病害，且局部车辙为重度车辙，路面平整度较差。推荐采用双层就地热再生技术（掺高强抗车辙剂），解决路段车辙病害，考虑到该车道为货车专用道，为提高路面抗车辙性能，在进行就地热再生时掺高强抗车辙剂。

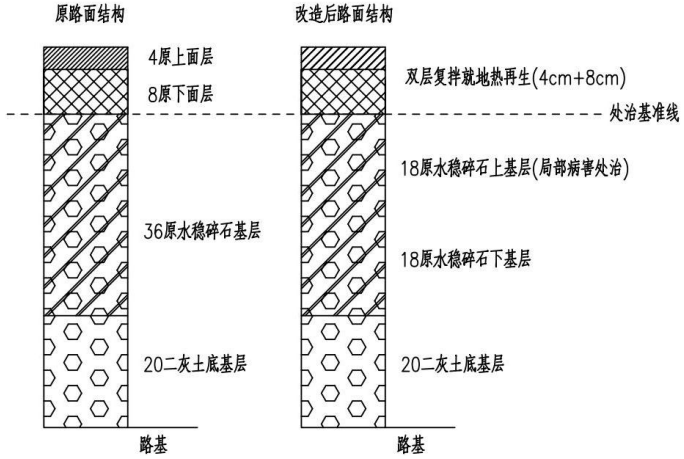


图 3.3-3 方案Ⅲ示意图

1）本次专项维修路段方案划分如下所示：

表 3.3-1 养护方案路段划分表

序号	路线编号	桩号			长度 m	位置		方案编号	备注
1	G523	K30+860	~	K30+910	50	上行	第四车道	方案Ⅰ	平交口
2	G523	K30+910	~	K30+930	20	上行	第三、四车道	方案Ⅰ	平交口
3	G523	K25+845	~	K25+920	75	下行	第三、四车道	方案Ⅰ	平交口
4	S238	K55+027	~	K55+250	223	上行	第二车道	方案Ⅲ	/
5	S238	K60+660	~	K60+755	95	上行	第三车道	方案Ⅰ	平交口
6	S238	K62+685	~	K62+750	65	上行	第二车道	方案Ⅰ	平交口
7	S238	K62+750	~	K62+855	105	上行	第三、四车道	方案Ⅰ	平交口
8	S238	K62+855	~	K62+985	130	上行	第二车道	方案Ⅱ	/
9	S238	K74+190	~	K74+250	60	上行	第二车道	方案Ⅰ	/
10	S238	K74+330	~	K74+420	90	上行	第二车道	方案Ⅰ	/
11	S238	K77+110	~	K77+300	190	上行	第二车道	方案Ⅰ	平交口
12	S238	K57+440	~	K57+700	260	下行	第二车道	方案Ⅰ	/
13	S238	K74+805	~	K74+830	25	下行	第二、三车道	方案Ⅰ	平交口
14	S238	K74+830	~	K74+860	30	下行	第二、三车道	方案Ⅰ	平交口（惠明桥）
15	S238	K74+860	~	K74+880	20	下行	第二、三车道	方案Ⅰ	平交口
16	S238	K74+880	~	K74+945	65	下行	第二车道	方案Ⅰ	/

※注：

①养护方案实行动态设计，施工时应根据路面病害实际情况处理到位，不同维修方案衔接时应挖台阶，依据《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142-2019 ）纵向台阶搭接宽度不宜小于 30cm，横向台阶搭接宽度不宜小于 20cm。

②施工单位进场后，进行路面取芯，核实方案与处治路段的匹配性，若取芯情况与方案描述情况不符，请及时联系设计单位，进行方案调整。

2）路面结构验收弯沉直

根据公路等级、交通量、路面结构等，确定本项目路面验收弯沉值为：S238 项目路段为 23.12（0.01mm）。

3）养护后主要路面技术状况指标达到的效果：

本项目养护段落按推荐方案处治后，各项数据将会上升，主要检测数据预期平均值为 PCI≥95、RQI≥93，RDI≥90。

3.3.2 层间粘结方案

① 面层与基层：下面层施工前，在上基层顶面全幅撒布改性乳化沥青下封层，再铺设下面层。改性乳化沥青洒布量按 1.8kg/m²~2.2kg/m² 计。

② 面层与面层：沥青面层层间洒布不粘轮改性乳化沥青粘层。不粘轮改性乳化沥青粘层应在沥青混凝土路面清理干净后进行喷洒使用，粘层洒布量按 0.3kg/m²~0.6kg/m² 计。

3.4 路面结构验算

（1）S238 兴隆观测站

根据兴隆观测点，项目 S238 K62+855~K62+985 段路面结构计算采用双圆垂直均布荷载下的多层弹性连续体系理论为基础，以无机结合料层疲劳开裂寿命、沥青层永久变形量来验算路面结构。根据《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）和预测交通量经分析计算结果可知：初始年大型客车及货车交通量为 3305 辆/日。

以 10 年路面设计使用年限，根据规范公式（A.4.2）计算得到对应于沥青混合料层永久变形的当量设计轴载累计作用次数为 1.18×10^7 次，对应于基层无机结合料层疲劳开裂的当量设计轴载累计作用次数为 8.83×10^8 次。

现状路面结构为：4cm AC-13+8cm AC-25+36cm 水泥稳定碎石+20cm 石灰土。

经计算沥青永久变形量 Ra=6.12（mm）<15mm 沥青层容许永久变形值，满足路面性能要求。

各层无机结合料稳定层疲劳开裂寿命累计作用次数＞设计使用年限内设计车道上的当量设计轴载累计作用次数时，满足路面性能要求。

结构层	无机结合料稳定层疲劳开裂寿命累计作用次数	当量设计轴载累计作用次数	是否满足路面性能
16 cm 水稳碎石	6.87×10^{12}	8.83×10^8	满足
16cm 水稳碎石	4.15×10^{11}		满足
20cm 石灰土	4.73×10^9		满足

经验算得，现状路面结构满足路面性能要求。项目路段现状路面裂缝病害出现唧浆，结合路段取芯芯样基层出现松散、破损情况。本次设计拟采用地聚合物注浆技术，对路基进行加固，对基层破碎、松散部位进行粘结。

3.5 局部病害处治设计

局部病害处治路段可按照《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142-2019）执行。

1）路面结构方案Ⅰ：铣刨原沥青面层后，对基层进行局部病害处治，重新回铺 8/6cm Sup-20 高强抗车辙沥青混合料中面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混凝土上面层。

① 铣刨原路面面层后，若上基层出现纵、横向裂缝，缝周无松散、破碎、沉陷等次生病害时，则清除缝内杂物及尘土，**采用密封胶灌缝并骑缝铺设 50cm 抗裂贴，灌入深度约为缝深的 2/3**。如下图所示：

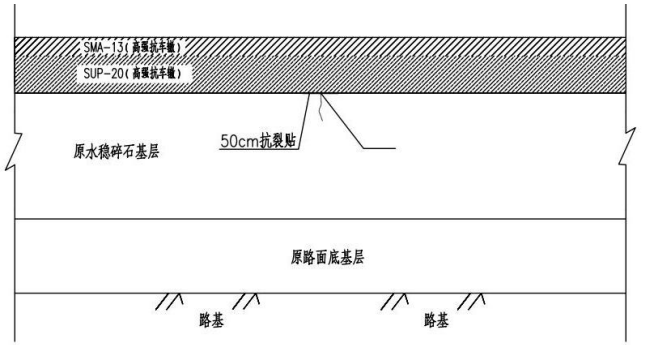


图 3.4-1 局部病害处治图（一）

②铣刨原路面面层，当上基层出现松散、破碎时，则进行挖补回填，处理宽度为病害外边缘 50cm，挖除至上基层底面，用水泥净浆（水灰比：0.4~0.5）均匀地涂刷在水稳层开槽侧壁和槽底，采用**免养水泥稳定碎石进行回填，接缝处骑缝铺设 50cm 宽抗裂贴；下基层也出现松散、破碎，上/下基层同步处治**（水稳层间涂刷水泥净浆进行粘结），如图所示。

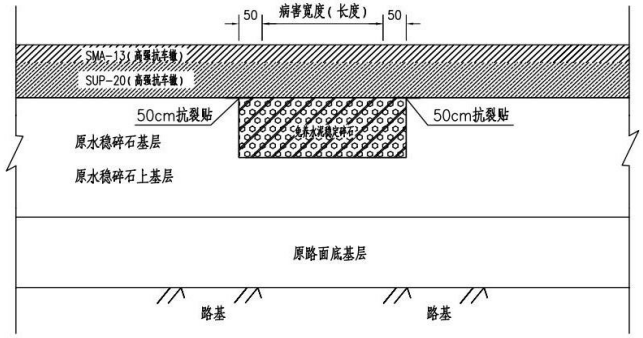


图 3.4-2 局部病害处治图（二）

2）S238 K74+830~K74+860 段为惠明河桥，现状下行二、三车道车辙严重，采用方案

Ⅰ对桥面进行处治。原桥面沥青铣刨后，需对桥面砼铺装层局部病害进行处治，重做防水层后，再回铺高强抗车辙沥青。

（1）原沥青铺装层刨后，若原桥面砼铺装层，出现裂缝病害。

对结构存在的所有可见裂缝进行封闭处理。

①裂缝宽度 fw≥0.15mm 的裂缝采用裂缝灌注胶进行低压灌缝处理；

②裂缝宽度 fw＜0.15mm 的裂缝涂刷树脂封闭胶进行封缝处理。

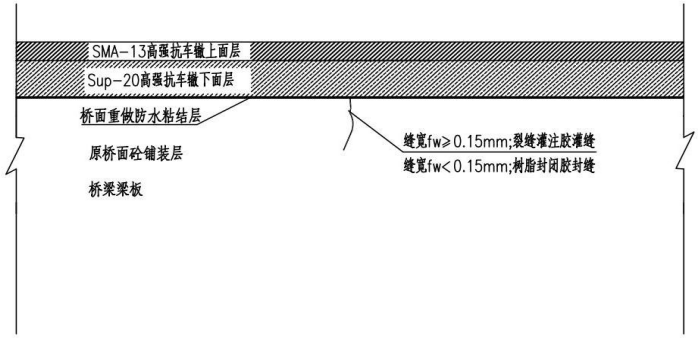


图 4.9-1 桥面病害处治设计图（一）

（2）原路面铣刨后，若原桥面砼铺装层出现轻微破损、露筋等病害时。

①采用人工凿除或高速射水法将该处松散、污损的部分清除，使该部位露出坚硬密实的部分，并保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等影响修补效果的污物；清理时，如发现破损区域保护层厚度偏小或钢筋锈蚀严重，应及时报告业主并通知设计单位，会商研究处理对策。

②对外露的钢筋涂刷钢筋保护剂，该保护剂可以直接涂刷于钢筋表面，可以分层使用，每层厚度 1mm～2mm；

③对破损区域采用轻质树脂砂浆进行修补，使该区域达到密实平整。

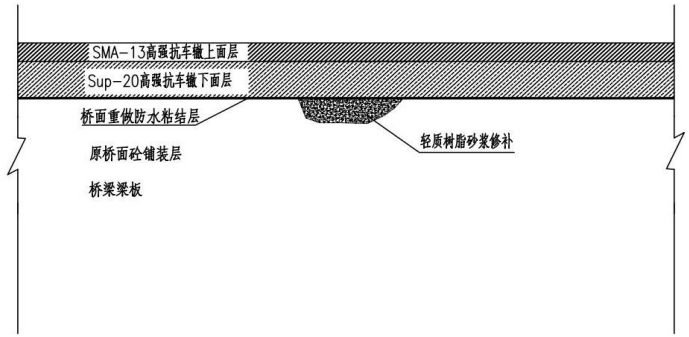


图 4.9-2 桥面病害处治设计图（二）

（2）原路面铣刨后，若原桥面砼铺装层出现较大面积破损病害时。

凿除水泥混凝土保留钢筋，凿除范围为病害边缘外 10cm，凿除深度比病害深 2cm(不超过桥梁砼铺装层设计厚度：10cm），涂刷界面剂后浇筑 C50 防水砼。

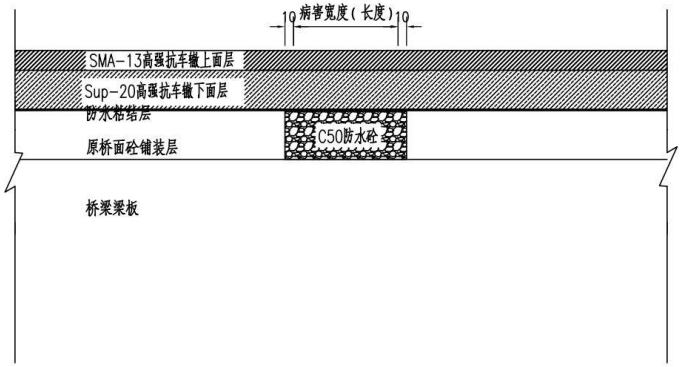


图 4.9-3 桥面病害处治设计图（三）

3）路面结构方案Ⅱ：地聚合物注浆后，铣刨原沥青面层，回铺 8cmSup-20 高强抗车辙沥青混合料中面层+4cmSMA-13 高强抗车辙沥青混凝土上面层。

①针对 K62+855~K62+985 第二车道现状存在唧浆病害，本次采用地聚合物注浆方案对上行 2 车道进行注浆，注浆宽度 4.8m（唧浆病害延伸至硬路肩），注浆深度根据雷达检测的病害深度决定（注浆深度需大于或等于病害深度），本项目注浆深度为路面向下

1.2m~1.6m。注浆后，再根据相应路面结构方案对路面进行处治。

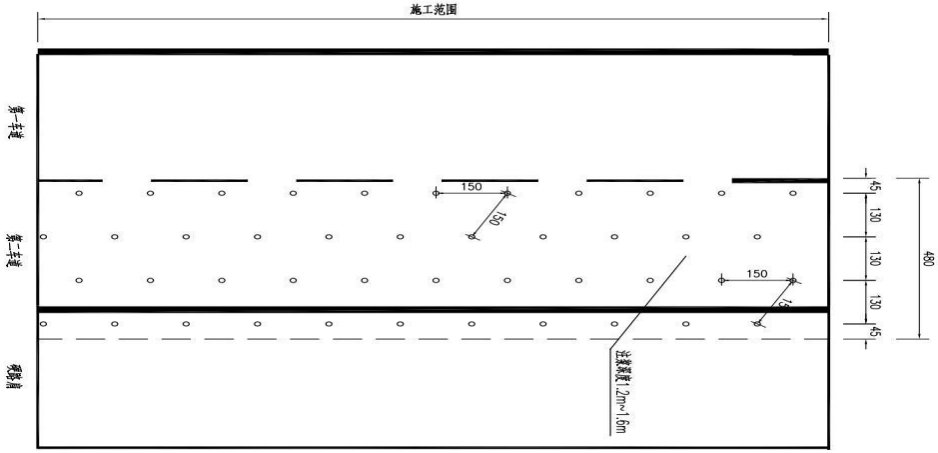


图 3.4-3 地聚合物注浆孔平面布置图

① 若注浆铣刨沥青面层后，基层仍存在松散、破碎时，则进行挖补回填，处理宽度为病害外边缘 50cm，挖除至上基层底面，用水泥净浆（水灰比：0.4~0.5）均匀地涂刷在水稳层开槽侧壁和槽底，**采用免养水泥稳定碎石进行回填，接缝处骑缝铺设 50cm 宽抗裂贴；下基层也出现松散、破碎，上/下基层同步处治（水稳层间涂刷水泥净浆进行粘结）**，如图所示。

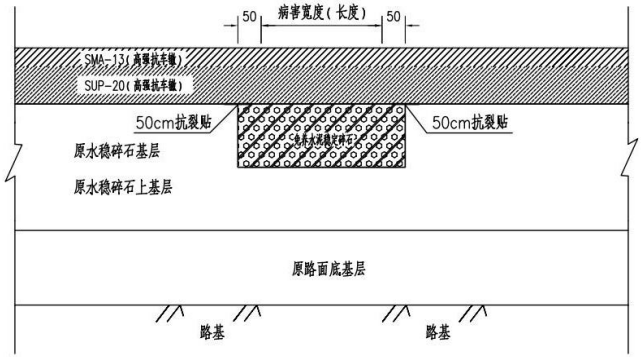


图 3.4-4 局部病害处治图（三）

4）路面结构方案III：对局部存在裂缝、沉陷、坑槽等面积病害处进行挖除修补，逐层挖除（（挖补范围以病害边缘 50cm 控制）维修后，对路面进行双层就地热再生。

① 若原路面上面层存在裂缝、沉陷、坑槽等时，对病害（挖补范围以病害边缘 50cm 控制）处进行挖除修补，若铣刨上面层至上面层底面，下面层无松散、破碎、坑槽等病害，槽底和槽壁涂刷不粘轮化沥青后，再回填 SUP-13 改性沥青混合料至原上面层顶面。

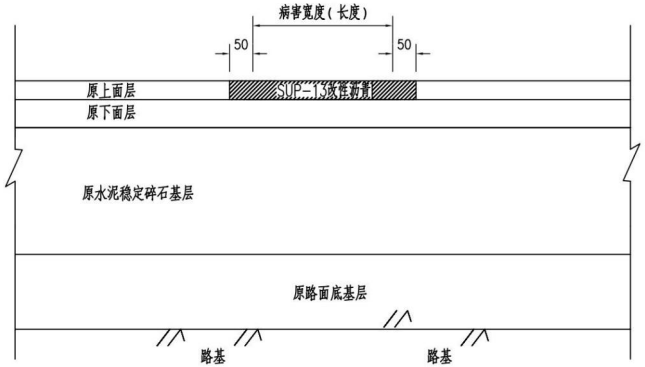
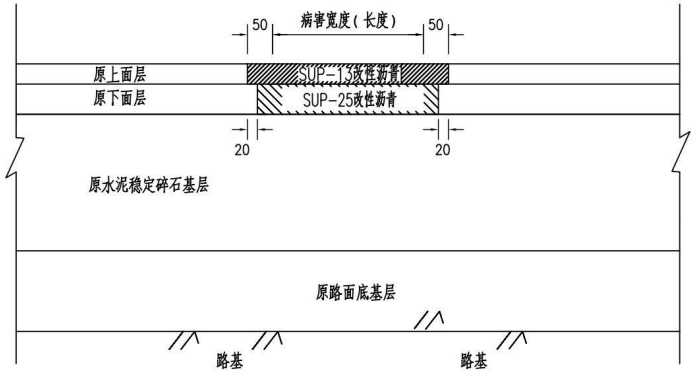
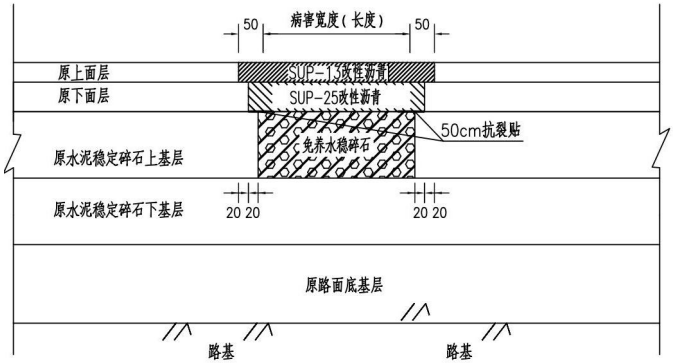


图 3.4-5 局部病害处治图（四）

②**铣刨上面层后，若下面层也出现松散、破碎、沉陷等病害时**，继续铣刨中下面层至下面层底面，上基层无松散、破碎、坑槽等病害时，槽底和槽壁涂刷不粘轮乳化沥青后，再回填 SUP-25 改性沥青下面层+SUP-13 改性沥青混合料上面层。若基层也出现**松散、破碎、沉陷等病害，则同步进行处治。**



（1）沥青面层均出现病害



（2）病害影响至上基层

图 3.4-6 面积类局部病害处治图

3.6 纵断面设计

本项目纵断面标高按现状标高控制，维持现状标高不变。

3.7 横断面设计

本次维修实施路段，维持现状横断面不变，横坡也保持现状不变。

4 其他附属工程改造设计

4.1 标线恢复与完善

1）标线设置

标线、导向箭头的布设应确保车流分道行驶，起导流作用，保证昼夜的视线诱导，车道分界要清晰、线向清楚、轮廓分明。

本项目标线类型主要有车行道边缘线、车道分界线、车行道中心线、平交口处减速让行线、导流线、禁止变换车道线、人行横道线、停止线、导向箭头等。

①车道边缘线：车行道边缘线线宽为 20cm，设在行车道路缘带的内侧，根据《道路交通标志和标线》（GB5768.3-2025）规定，设置于行车方向右侧的车行道边缘线应为白色，设置于行车方向左侧的车行道边缘线应为黄色。连续设置的纵向标线，为方便路面横向排水，每 15m 设置排水缝，排水缝宽可为 5cm。

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

③平交口处减速让行线设置在没有交通信号灯的平交口。

④导流线：设在平交口处，为白色实线，线宽 45cm，与主线边缘线成 45°斜角；禁止变换车道标线设置交叉路处，线宽 15cm，为白色实线。

⑤人行横道线：设置在交叉路口处适当位置，人行横道宽 5m（按现状宽度恢复），线宽 45cm（按现状宽度恢复），间距 60cm。

⑥禁止变换车道线设置在交叉路口处同向车道之间，设置长度 50m（按现状长度恢复）。

⑦导向箭头设在交叉路口适当位置，用于标识车道转向功能的划分，图案为白色，主线导向箭头长度为 600cm（40km/h＜设计速度＜100km/h）、900cm（设计速度≥100km/h）。

2）标线恢复

为了使标线在黑夜同白天有一样的清晰度，需要使用寿命长、反光效果好的材料做标线，使用的标线涂料，应具备与路面粘结力强，干燥迅速，以及良好的耐磨性、持久性、抗滑性等特点，并具有良好的视认性，宽度一致，间距相等，边缘整齐，线形规则，线型顺畅。

另外标线涂层的厚度要考虑路面排水的需要。本次设计，道路标线采用热熔反光型标线漆。

（1）材料技术要求：

①新划标线的初始逆反射亮度系数应符合《道路交通标线质量要求和检测方法》GB/T 16311-2024 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}；

②正常使用期间，反光标线的逆反射亮度系数应满足夜间视认要求。一般情况下，白色反光标线的逆反射亮度系数不应低于 80mcd·m-2·lx-1，黄色反光标线的逆反射亮度系数不应低于 50mcd·m^{-2}·lx^{-1}；

③涂料色度性能：白色亮度系数因数≥0.80，黄色亮度因数≥0.48，标线的颜色在规定的使用期限内，不应出现明显的变色。

④热熔反光标线漆涂料中预混玻璃珠含量（质量百分比）＞30%，并应符合 GB/T 24722 中关于预混玻璃珠的有关规定；

⑤其他材料要求需满足相关最新标线规范的要求；

（2）热熔反光型标线施工要求如下：

① 标线涂层厚度 $1.8^{+0.2}$mm，应均匀，无起泡、开裂、发粘、脱落等现象；

② 标线的端线与边线应垂直，误差≯±5°，其他特殊标线，其角度与设计值误差≯±3°；

③ 标线表面撒玻璃微珠，应分布均匀，含量为 0.3～0.4kg/m^2；

④ 连续设置的纵向标线，为方便路面横向排水，每 15m 设置排水缝，排水缝宽可为 5cm。

路面标线划设实测项目应符合下表规定：

表 4.1-1 路面标线划设实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	标线长度（mm）	2000~6000	±0.005L	钢卷尺：每 200m 测 1 处，每处测 2 段
		1000	±10	
2	标线纵向间距（mm）	2000~9000	±0.005L1	钢卷尺：每 200m 测 1 处，每处测 2 个间距
		1000	±10	
3	标线宽度（mm）		+5，0	钢卷尺：每 100m 测 1 处
4△	标线厚度（mm）		$1.8^{+0.2}$mm	标线厚度测量仪或卡尺：每 100m 测 1 处，每处测 2 点
5	标线横向偏位（mm）		≤30	钢卷尺：每 100m 测 1 处
6△	反光标线逆反射亮度系数（mcd·m^{-2}·lx^{-1}）	初始值	白色≥150 黄色≥100	标线逆反射测试仪、干湿表面逆反射标线测试仪：每 200m 测 1 处，每处测 5 点
		正常使用期间	白色≥80 黄色≥50	

注：项次 1 中 L 为标线纵向长度；项次 2 中 L1 为标线纵向间隔距离。

5 主要材料及技术要求

5.1 原材材料技术要求

（1）沥青

本项目高强抗车辙沥青混合料采用 70#普通沥青，就地热再生掺新料采用改性沥青，其技术指标应满足下表要求；沥青面层层间洒布不粘轮改性乳化沥青粘层；下封层采用慢裂型改性乳化沥青。

表 5.1-1 SBS 改性沥青技术要求

检验项目		技术要求	试验方法
针入度（25℃，100g，5s）（0.1mm）		40~70	JTG 3410-2025 ，T0604
针入度指数 PI（15℃、25℃、30℃）		-0.2~+1.0	JTG 3410-2025 ，T0604
延度（5cm/min，5℃）（cm）		≥25	JTG 3410-2025 ，T0605
软化点（环球法）（℃）		≥70	JTG 3410-2025 ，T0606
60℃旋转粘度（Pa.s）		≥20000	DB32/T1087 ，附录 F
135℃运动粘度（Pa.s）		≤3	JTG 3410-2025 ，T0625
闪点（℃）		≥245	JTG 3410-2025 ，T0611
溶解度（%）		≥99	JTG 3410-2025 ，T0607
离析，软化点差（℃）		≤2.5	JTG 3410-2025 ，T0661
弹性恢复（%）		≥80	JTG 3410-2025 ，T0662
RTFOT 试验	质量损失（%）	±0.5	JTG 3410-2025 ，T0610
	针入度比（25℃）（%）	≥65	JTG 3410-2025 ，T0604
	延度（5cm/min，5℃）（cm）	≥15	JTG 3410-2025 ，T0605
PG 分级		PG76-22	JTG 3410-2025 ，T0627，T0628，T0630

表 5.1-2 70#沥青技术要求

检测项目		技术要求	试验方法
针入度（25℃，100g，5s）（0.1mm）		60~80	JTG 3410-2025 ，T0604
延度（5cm/mim，10℃）（cm）		≥20	JTG 3410-2025 ，T0605
软化点（环球法）（℃）		≥46	JTG 3410-2025 ，T0606
溶解度（三氯乙烯）（%）		≥99.5	JTG 3410-2025 ，T0607
针入度指数 PI（5℃、15℃、25℃）		-1.3~+1.0	JTG 3410-2025 ，T0604
RTFOT 试验	质量损失（%）	≤0.6	JTG 3410-2025 ，T0610
	针入度比（25℃）（%）	≥65	JTG 3410-2025 ，T0604
	延度（5cm/min，10℃）（cm）	≥6	JTG 3410-2025 ，T0605
60℃旋转粘度（Pa.s）		≥180	DB32/T1087，附录 F
闪点（COC）（℃）		≥260	JTG 3410-2025 ，T0611
蜡含量（蒸馏法）（%）		≤2	JTG 3410-2025 ，T0615
PG 分级		PG64-22	JTG 3410-2025 ，T0627、 T0628 、T0630

表 5.1-3 改性乳化沥青技术要求

检测项目		技术要求	试验方法
破乳速度		慢裂	JTG 3410-2025 ，T0658
粒子电荷		阳离子（+）	JTG 3410-2025 ，T0653
道路标准粘度计 C25,3（s）		10~25	JTG 3410-2025 ，T0621
恩格拉粘度（25℃）		1~10	JTG 3410-2025 ，T0622
筛上剩余量（1.18mm 筛）（%）		≤0.1	JTG 3410-2025 ，T0652
与集料的粘附性，裹覆面积		＞2/3	JTG 3410-2025 ，T0654
蒸发残留物 163℃	残留物含量（%）	≥53	JTG 3410-2025 ，T0651
	针入度（25℃）（0.1mm）	80~130	JTG 3410-2025 ，T0604
	软化点	≥50	JTG 3410-2025 ，T0606
	延度（15℃，5cm/min）（cm）	≥30	JTG 3410-2025 ，T0605
	弹性恢复（25℃，1h）	-	—
	旋转粘度（60℃）（Pa·s）	≥500	—
贮存稳定性（%）	1 天	≤1	JTG 3410-2025 ，T0655
	5 天	≤5	JTG 3410-2025 ，T0655

表 5.1-4 不粘轮乳化沥青技术要求

序号	检测项目		技术要求	试验方法
1	破乳速度		快裂	JTG 3410-2025，T0658
2	粒子电荷		阳粒子	JTG 3410-2025，T0653
3	恩格拉粘度（E25）		1～30	JTG 3410-2025，T0622
4	筛上剩余量（1.18mm 筛）（%）		≤0.2	JTG 3410-2025，T0652
5	蒸发残留物性质	残留物含量（%）	≥50	JTG 3410-2025，T0651
6		针入度（25℃,100g，5s）（0.1mm）	≤40	JTG 3410-2025，T0604
7		软化点（环球法）（℃）	≥65	JTG 3410-2025，T0606
8		动力黏度（60℃）（Pa·s）	≥5000	JTG 3410-2025，T0625
9		溶解度（三氯乙烯）（%）	≥97.5	JTG 3410-2025，T0607
10	拉拔强度	25℃（MPa）	≥1.2	DB32/T2285A.12
11		40℃（MPa）	≥0.7	
12	贮存稳定性	1 天（%）	≤1	JTG 3410-2025，T0655
13		5 天（%）	≤5	JTG 3410-2025，T0655
14	不粘轮试验	60℃	不粘轮	DB32/T 1087，附录 D

（2）粗集料

上面层采用玄武岩碎石。应选用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，

粒径大于 2.36mm。应选用反击式破碎机轧制碎石，粗集料加工分为 9.5mm 以上、4.75~9.5mm、2.36~4.75mm 三档规格，其中小于 0.075mm 的颗粒含量必须符合下表的要求

表 5.1-5 上面层粗集料技术要求

项次	检验项目		技术要求	试验方法
1	石料压碎值（%）	常温	≤20%	JTG 3432-2024 T 0316
2		高温	≤24%	T/JSTERA 21-2020
3	洛杉矶磨耗损失		≤28%	JTG 3432-2024 T 0317
4	表观相对密度		≥2.6	JTG 3432-2024 T 0304
5	吸水率		≤2.0%	JTG 3432-2024 T 0304
6	对沥青的粘附性		5 级（掺加抗剥离剂后）	JTG 3410-2025T 0616
7	坚固性		≤12%	JTG 3432-2024 T 0314
8	针 片状颗粒含量		≤12%	JTG 3432-2024 T 0312
9	水洗法<0.075mm 颗粒含量	9.5mm~16.0mm	≤0.6%	JTG 3432-2024 T 0310
10		4.75 mm ~9.5 mm	≤0.8%	
11		2.36 mm ~4.75 mm	≤1.0%	
12	软石含量		≤3%	JTG 3432-2024 T 0320
13	磨光值		≥42BPN	JTG 3432-2024 T 0321
14	抗压强度		≥120 MPa	JTG 3431-2024 T 0221
注：有 1 个或以上破碎面为黄色节理面的集料颗粒含量应不大于 5%。				

下面层宜采用石灰岩，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。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验。其质量应符合下表要求。

表 5.1-6 下面层粗集料技术指标

序号	检验项目	技术要求	试验方法
1	石料压碎值	≤24%	JTG 3432-2024 T 0316
2	洛杉矶磨耗损失	≤28%	JTG 3432-2024 T 0317
3	表观相对密度	≥2.6t/m³	JTG 3432-2024 T 0304
4	吸水率	≤2.0%	JTG 3432-2024 T 0304
5	对沥青的粘附性	≥4 级	JTG 3410-2025 T 0616
6	坚固性	≤12%	JTG 3432-2024 T 0314
7	针片状颗粒含量	≤15%	JTG 3432-2024 T 0312
8	水洗法0.075mm 颗粒含量	≤1.0%	JTG 3432-2024 T 0310
9	软石含量	≤3.0%	JTG 3432-2024 T 0320

（3）细集料

采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当级配的机制砂。进场细集料其技术指标应满足下表要求。

表 5.1-7 沥青面层用细集料质量技术要求

规	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

表 5.1-8 沥青面层用细集料质量技术要求

指标		质量技术要求	试验方法
表观相对密度不小于		2.5	JTG 3432-2024，T0352
含水率不大于（%）		1	JTG 3432-2024，T0103
粒度范围	<0.6mm（%）	100	JTG 3432-2024，T0351
	<0.15mm（%）	90~100	
	<0.075m（%）	75~100	
外观		无团粒结块	目测
亲水系数		<1.0	JTG 3432-2024，T0353
塑性指数		<4.0	JTG 3432-2024，T0354
加热安定性		实测记录	JTG 3432-2024，T0355
酸碱度（pH 值）		7~10	pH 试纸或 pH 剂测定

（4）矿粉

应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，矿粉质量满足下表技术要求，进场矿粉应进行检验。严禁采用回收的粉料用于拌制沥青混合料，确保混合料质量。

表 5.1-9 沥青面层用矿粉质量技术要求

指标		质量技术要求	试验方法
表观相对密度不小于		2.5	JTG 3432-2024，T0352
含水率不大于（%）		1	JTG 3432-2024，T0103
粒度范围	<0.6mm（%）	100	JTG 3432-2024，T0351
	<0.15mm（%）	90~100	
	<0.075m（%）	75~100	
外观		无团粒结块	目测
亲水系数		<1.0	JTG 3432-2024，T0353
塑性指数		<4.0	JTG 3432-2024，T0354
加热安定性		实测记录	JTG 3432-2024，T0355
酸碱度（pH 值）		7~10	pH 试纸或 pH 剂测定

注：亲水系数宜小于 0.8。

（5）水泥

强度等级为 42.5，且满足《公路路面基层施工技术细则》（JTG/TF20-2015）要求的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等均可使用。水泥的初凝时间应大于 3h，终凝时间应大于 6h 且小于 10h，不应使用快硬、早强水泥。水泥应疏松、干燥、无聚团、结块、受潮变质。

（6）抗裂贴

为了防止新旧基层衔接部位出现反射裂缝，在基层顶面按照传统方法沿新旧衔接部位铺设抗裂贴。用于裂缝防治的抗裂贴指标应满足《沥青加铺层用聚合物改性沥青抗裂贴》（JT/T 971-2015） 的要求，具体技术要求见下表。

表 5.1-10 抗裂贴技术要求

检测项目		技术要求
拉伸性能	最大拉力（N/50mm）	≥1400
	最大拉力延伸率（%）	1.0~10.0
热老化	最大拉力保持率（%）	≥70.0
	最大拉力时延伸率保持率	≥75.0
	质量损失率（%）	±2.0
	尺寸变化率（%）	±2.0
低温柔性	-10℃	无裂纹
	-20℃（必要时）	无裂纹
	-30℃（必要时）	无裂纹
不透水性	30min，0.3MPa	不透水

（7）基层用集料技术要求

碎石的最大粒径为 31.5mm，宜按以下四种规格备料：9.5~31.5mm、4.75~9.5mm、2.36~4.75mm、0~2.36mm，条件不具备时也可按 19.0~31.5mm、9.5~19mm、4.75~9.5mm、0~4.75mm 四种规格备料。

免养水泥稳定碎石基层中碎石压碎值应不大于 26%，粗集料针片状含量应不大于 18%（宜不大于 15%）。碎石中小于 0.6mm 的颗粒必须做液限和塑性指数试验，要求液限小于 28%，塑性指数小于 9。集料的技术要求符合下表的规定。

表 5.1-11 基层用粗集料的技术要求

序号	检测项目	指标要求	试验方法
1	压碎值（%）	≤26	JTG 3432-2024，T0316
2	针片状颗粒含量（%）	≤18	JTG 3432-2024，T0312
3	软石含量（%）	≤5	JTG 3432-2024，T0320
4	<0.075mm 颗粒含量（%）	≤2	JTG 3432-2024，T0310

表 5.1-12 基层用细集料的技术要求

序号	检测项目		指标要求	试验方法
1	<0.6mm 颗粒	液限（%）	<28	JTG 3430-2020，T0118
2		塑性指数	<9	JTG 3430-2020，T0118
3	硫酸盐含量（%）		≤0.25	JTG 3432-2024，T0341
4	有机质含量（%）		≤2	JTG 3432-2024，T0336
5	<0.075mm 颗粒含量（%）（0~2.36mm 规格）		≤15	JTG 3432-2024，T0333
6	<0.075mm 颗粒含量（%）（0~4.75mm 规格）		≤15	JTG 3432-2024，T0333

（8）密封胶

沥青路面裂缝修补采用路面加热型密封胶，也称为灌封胶。加热型密封胶是以橡胶粉、聚合物改性沥青为主要成分，施工时需要进行加热。本项目采用普通型密封胶。密封胶的技术要求应符合下表的规定。

表 5.1-13 密封胶技术要求

序号	性能指标	普通型
1	锥入度（0.1mm）	50~90
2	软化点（℃）	≥80
3	流动值（mm）	≤5
4	弹性恢复率（%）	30~70
5	低温拉伸 a	-10° C，50%（7.5mm），3 次循环，通过

（9）木质纤维素

SMA 沥青混合料中，木质素纤维的掺加比例建议为沥青混合料总质量的 0.3%~0.4%。木质素纤维的技术指标应符合下表要求。

表 5.1-14 木质素纤维技术指标

项次	检验项目	技术要求	试验方法
1	0.15mm 质量通过率	60%~80%	JT/T 533 ，附录 A
2	灰分含量	13%~23%	JT/T 533 ，附录 B
3	pH 值	6.5~8.5	JT/T 533 ，附录 C
4	吸油率	5~9 倍	JT/T 533 ，附录 D
5	含水率	≤5%	JT/T 533 ，附录 E
6	质量损失（210℃ , 1h）	≤6%，且无燃烧	JT/T 533 ，附录 F

项次	检验项目	技术要求	试验方法
7	木质纤维含量	≥85%	JT/T 533 ，附录 G
8	最大长度	≤6mm	JT/T 533 ，附录 H
9	密度	实测	JT/T 533 ，附录 I 或 J

（10）地聚合物注浆材料

本次设计采用速凝型改性地聚合物。改性地聚合物注浆材料主要参数如下表：

表 5.1-15 地聚合物注浆材料技术要求

项 目		单位	性能指标		实验方法
			普通型	早强型	
流动度	初始	s	18±4		JTG/T F50
	15min			≤30	
	30min		≤30		
凝结时间	初凝	min	≥60		GB/T 1346
	终凝		≤400	≤120	
泌水率	自由泌水率	%	≤0.4		JTG/T F50
	压力泌水率（0.36MPa）		≤3.5		
抗压强度	6h	MPa		≥5.0	GB/T 17671
	1d		≥5.0	≥20.0	
	3d		≥20.0	≥35.0	
	28d		≥40.0	≥40.0	
24h 自由膨胀率		%	0～1.0		JTG/T F50
耐水性		%	≥95		-
碱含量		%	≥2.0		-

5.2 混合料技术要求

5.2.1 沥青路面就地热再生材料

本项目就地热再生处理路段为沥青上/下面层，上面层添加新沥青混合料类型采用SUP-13，掺量不高于30%；下面层添加新沥青混合料类型采用SUP-25，掺量不高于30%，就地热再生材料要求如下：

a.回收沥青性能指标

施工时取一部分原路面混合料进行加热松散，用三氯乙烯进行浸泡、离心沉淀，回收旧沥青（旋转法）进行常规试验，判断旧沥青的老化程度，旧沥青的常规试验包括：针入度、软化点、延度。回收沥青需满足《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521-2019）中基体沥青混合料设计相关要求。

b.再生剂掺量确定

再生剂应满足《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521-2019）的要求。实际应用中，要根据回收沥青路面材料（RAP）中沥青老化程度、沥青含量、回收沥青路面材料掺配比例、再生剂与沥青的配伍性等因素综合确定添加再生剂用量。本次设计暂定再生剂掺量为原路面混合料中沥青含量的3%。具体由施工现场根据具体实验确定。

c.新料掺量确定

沥青路面就地热再生处理时，需要加入一定比例的新沥青混合料，添加前应做好材料的级配分析，确定最终级配规格。**本工程暂考虑添加30%的新料，建议新料类型为SUP-13（玄武岩） 改性沥青面层/SUP-25改性沥青面层**，新添加沥青混合料的沥青选用PG76-22，技术指标同时应满足 JTG F40 相关要求。实际添加量、新混合料级配、油石比均需通过试验确定，并完成相关性能验证，满足相应规范要求后方可开展施工。

5.2.2 SUP-13 改性沥青混合料

1）级配范围

SUP-13 沥青混合料级配应满足下表规定的控制点级配范围的要求，级配曲线宜通过限制区下方。

表 5.2-1 SUP-13 混合料级配限制区界限

混合料类型		通过下列筛孔（mm）的质量百分率(%)								
SUP-13		13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
限制区	最小				39.1	25.6	19.1	15.5		
	最大				39.1	31.6	23.1	15.5		

表 5.2-2 SUP-13 沥青混合料推荐级配范围

级配类型	通过下列筛孔（mm）的质量百分率(%)									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
SUP-13	100	90~100	65~80	45~55	30~40	—	—	—	—	4~8

2）配合比设计

高性能沥青混凝土配合比设计采用 Superpave 混合料设计方法设计，用马歇尔试验检验，并进行浸水马歇尔试验残留稳定度检验。配合比设计包括目标配合比设计、生产配合

比设计以及生产配合比验证三个阶段。

（1）目标配合比设计：

①目标配合比设计首先应根据 Superpave 级配要求，初选粗中细三个级配，计算各级配的沥青用量，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 2 个级配其沥青混合料的体积性质指标应满足下表的规定。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。

②依据 JTG F40-2004 《公路沥青路面施工技术规范》第 5.3.3 条、江苏省高性能沥青路面省标相关条款，采用 Superpave 方法设计的沥青混合料，应按规范要求进行马歇尔试验检验；试验方法按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG 3410-2025 执行，其最佳沥青用量的马歇尔体积性质应满足下表。

③残留稳定度检验。按以上配合比制备沥青混凝土马歇尔试件，做浸水 48 小时马歇尔试验，检验残留稳定度必须满足下表的规定。

表 5.2-3 SUP-13 混合料旋转压实技术指标

沥青混合料类型	压实度（%）			VMA（%）	VFA（%）	F/A
	$N_{初始}$	$N_{设计}$	$N_{最大}$			
SUP-13	≤89	96	≤98	≥14	65~75	0.6~1.2

注：
（1）结合本项目的设计交通量水平，旋转压实次数分别选用 $N_{初始}$=8、$N_{设计}$=100、$N_{最大}$=160；
（2）当级配在禁区下方通过时，粉胶比可取值 0.8～1.6。

表 5.2-4 SUP-13 混合料马歇尔技术指标

马歇尔类型	空隙率（%）	稳定度（kN）	流值（0.1mm）	VFA（%）	VMA（%）	残留稳定度(%)	冻融劈裂强度比（%）
标准	3~5	≥8.0	20~40	65~75	≥14	≥85	≥80

*注：
(1)标准马歇尔双面各击实 75 次，冻融劈裂试件双面各击实 50 次。
(2)低温弯曲试验检验改性检验混合料低温性能，其最大破坏应变不小于 2000με。

（2）生产配合比设计：

①确定各热料仓矿料和矿粉的用量。必须从二次筛分后进入各热料仓的矿料取样进行筛分，根据筛分结果，通过计算，使矿质混合料的级配接近目标配合比，以确定各热料仓矿料和矿粉的用料比例，供拌和机控制室使用。同时反复调整冷料仓进料比例，以达到供料均衡。

②确定最佳沥青用量。取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC 和 OAC±0.3%，取以上计算的矿质混合料，用试验室的小型拌和机拌制沥青混合料进行旋转压实试验，检验沥青混合料体积性质，确定最佳沥青用量。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。

③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沥青混合料，做浸水 48 小时马歇尔试验，检验残留稳定度，必须满足上表的规定。

（3）生产配合比验证：

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。

5.2.3 SMA-13 沥青混合料

SMA-13 沥青玛蹄脂碎石混合料，采用间断级配，其级配范围应符合表 6.2-1 的要求；配合比设计，应遵循《公路沥青路面施工技术规范》（ JTG F40-2004 ）中关于热拌沥青混合料配合比设计的目标配合比、生产配合比及试拌试铺验证的三个阶段，确定矿料级配及最佳沥青用量。沥青混合料的马歇尔技术指标满足下表的要求；配合比检验应符合下表的要求。

表 5.2-5 SMA-13 沥青混合料级配要求

混合料	通过下列筛孔（方孔筛，mm）的质量百分率（%）									
	16	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	20~30	16-27	14-24	12-20	10-16	9-13	8-12

表 5.2-6 沥青混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

项次	检验项目	技术要求	试验方法
1	马歇尔试件击实次数	双面各 75 次	JTG 3410-2025 T 0702
2	空隙率 VV	3.0%~4.5%	JTG 3410-2025 T 0705
3	矿料间隙率 VMA	≥17.0%	JTG 3410-2025 T 0705
4	粗集料骨架间隙率 VCAmix	≤VCA_{DRC}	JTG 3410-2025 T 0309

项次	检验项目	技术要求	试验方法
5	沥青饱和度 VFA	75%~80%	JTG 3410-2025 T 0705
6	稳定度	≥5.0 kN	JTG 3410-2025 T 0709
7	流值	20~40（0.1mm）	JTG 3410-2025 T 0709

表 5.2-7 SMA-13 沥青混合料配合比设计检验指标技术要求

项次	检验项目		技术要求	试验方法
1	谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失		≤0.1%	JTG 3410-2025, T0732
2	肯塔堡飞散试验的混合料损失（20℃）		≤15%	JTG 3410-2025, T0733
3	车辙试验	60℃动稳定度	≥1800 次/mm	JTG 3410-2025, T9719
5	水稳定性	残留稳定度	≥80%	JTG 3410-2025, T0709
6		冻融劈裂试验残留强度比	≥80%	JTG 3410-2025, T0729
8	小梁低温抗裂试验的弯曲破坏应变		≥2000με	JTG 3410-2025, T0715
9	渗水系数		≤20 ml/min	JTG 3410-2025, T0730
10	构造深度		0.7 mm～1.1mm	JTG 3410-2025, T0731

5.2.4 SUP-20 沥青混合料

SUP-20 沥青混合料 矿料级配应满足下表要求。

表 5.2-8 Sup-20 设计集料级配限制区界限

筛孔尺寸（mm） 禁区范围（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

表 5.2-9 Sup-20 设计集料级配控制点界限

筛孔尺寸（mm） 禁区范围（通过率%）	19	12.5	2.36	0.075
最小	90	—	23	2
最大	100	90	49	8

高性能沥青混凝土配合比设计采用 Superpave 混合料设计方法设计，用马歇尔试验检验，并进行浸水马歇尔试验残留稳定度检验。

配合比设计包括目标配合比设计、生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段。

（1）目标配合比设计首先应根据 Superpave 级配要求，初选粗中细三个级配，计算各级配的沥青用量，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 2 个级配其沥青混合料的体积性质指标应满足下表的规定。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。

（2）依据 JTG F40-2004 《公路沥青路面施工技术规范》第 5.3.3 条、江苏省高性能沥青路面省标相关条款，采用 Superpave 方法设计的沥青混合料，应按规范要求进行马歇尔试验检验：试验方法按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG 3410-2025 执行。其最佳沥青用量的马歇尔体积性质应满足下表。

(1)残留稳定度检验。按以上配合比制备沥青混凝土马歇尔试件，做浸水 48 小时马歇尔试验，检验残留稳定度必须满足下表的规定。

表 5.2-10 Sup-20 混合料技术指标

沥青混合料类型	压实度（%）			VMA（%）	VFA(%)	F/A	AASHTOT283 (%)
	$N_{初始}$	$N_{设计}$	$N_{最大}$				
Sup-20	≤89	96	≤98	≥13	60~70	0.6~1.2	≥75

表 5.2-11 Sup-20 马歇尔验证指标及混合料性能指标

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（%）	冻融劈裂强度比（%）	60℃动稳定度（次/mm）
Sup-20	4~6	8.0	20~50	60~70	≥13	≥80	≥75	≥1000

*注：
（1）标准马歇尔双面各击实 75 次，冻融劈裂试件双面各击实 50 次。
（2）低温弯曲试验检验改性检验混合料低温性能，其最大破坏应变不小于 2000με。

5.2.5 Sup-25 改性沥青混合料

1）级配范围

双层复拌就地热再生下面层添加新料采用 Sup-25 改性沥青混合料，掺量不高于 30%。

Sup-25 改性沥青混合料矿料级配应满足下表要求：

表 5.2-12 Sup-20 设计集料级配限制区界限

筛孔尺寸(mm) 禁区范围（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

表 5.2-13 Sup-20 设计集料级配控制点界限

筛孔尺寸(mm) 禁区范围（通过率%）	25	19	2.36	0.075
最小	90	—	19	1
最大	100	90	45	7

2）配合比设计

高性能沥青混凝土配合比设计采用 Superpave 混合料设计方法设计，用马歇尔试验检验，并进行浸水马歇尔试验残留稳定度检验。SUP-25 沥青混合料及马歇尔验证各指标需满足下表要求：

表 5.2-14 Sup-25 下面层混合料技术指标

沥青混合料类型	压实度（%）			VMA（%）	VFA（%）	F/A	AASHTOT283（%）
	N 初始	N 设计	N 最大				
Sup-25	≤89	96	≤98	≥12	65～75	0.6~1.2	≥80

表 5.2-15 Sup-25 下面层马歇尔验证指标及混合料性能指标

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（次/mm）	冻融劈裂强度比（%）
Sup-25	4~6	≥8.0	20~40	60~70	≥12	≥85	≥1000	≥80

*注：（1）标准马歇尔双面各击实 75 次，冻融劈裂试件双面各击实 50 次。

（2）低温弯曲试验检验改性检验混合料低温性能，其最大破坏应变不小于 2000με。

5.2.6 高强抗车辙沥青混凝土路面

本项目除就地热再生路段外，其余路段路面沥青面层均采用高强抗车辙沥青混合料。

（1）配合比设计方法、级配要求均参照 SMA-13 沥青混合料（上面层）与 Sup-20 沥青混合料（中/下面层）。

2）高强抗车辙改性剂

高强抗车辙沥青混合料所用高强抗车辙改性剂的技术指标见下表。

表 5.2-16 高强改性剂技术要求

序号	检测指标	单位	技术要求
1	外观	—	颗粒状，均匀， 饱满，无结块
2	单个颗粒重量	g	≤0.03
3	粒径	mm	≤4.0
4	密度	g/cm³	≤1.0
5	熔融指数	g/10min	≥1.0
6	灰分含量	%	≤5.0
7	改性沥青软化点	℃	≥原样沥青软化点+30℃

注：高强抗车辙沥青混合料上、下面层的高强抗车辙改性剂掺量为 0.8%~1.0%（外掺，占混合料总质量的）。

（3）高强抗车辙沥青混合料指标如下表所示。

表 5.2-17 沥青混合料技术指标

沥青混合料指标	单位	技术要求	测试方法
马歇尔稳定度	kN	≥15	T0709
流值 FL	0.1mm	20~40	T0709
冻融劈裂试验残留强度比	%	≥80	T0729
浸水马歇尔残留稳定度	%	≥85	T0709
动稳定度（60℃ ，0.7MPa）	次/mm	≥15000	T0719
动稳定度（70℃ ，0.7MPa）	次/mm	≥10000	T0719
低温弯曲破坏应变（-10℃，50mm/min）	με	≥2000	T0715

注：标准马歇尔双面各击实 75 次，冻融劈裂试件双面各击实 50 次。

5.2.7 免养水稳层

（1）免养添加剂

免养水泥稳定碎石基层应选择专门的免养添加剂，其检测指标项目应符合下表的规定。

表 5.2-18 免养添加剂各项检测指标

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		%	≥14

免养水泥稳定碎石技术要求按照《公路路面基层施工技术细则》（JTG/TF20-2015）执行，集料级配范围宜符合下表所示。水泥稳定碎石材料的压实度应不小于 98%；**7 天龄期的无侧限抗压强度代表值不低于 4.0MPa，且不宜超过 6.0MPa 的高限；**24h 无侧限抗压强度大于等于 3.0Mpa，且不宜超过 6.0MPa 的高限；水泥掺量不应小于 4%，当达不到强度要求时应调整级配。

为了保证免养水泥稳定碎石的强度和密实性，在混合料中应加入免养添加剂，掺量为水泥剂量的 10%。

表 5.2-19 免养水泥稳定碎石推荐级配范围

规格	通过下列筛孔（mm）的重量百分率（%）							
	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075

级配范围	100	95~100	72~89	47~67	29~49	17~35	8~22	0~7

5.3 施工工艺及技术要求

5.3.1 SMA-13 沥青混合料

1、施工机械与质量检测仪器的准备工作

必须配备齐全的施工机械和配件，做好开工前的保养、调试和试机。SMA 上面层采用机械化连续摊铺作业，因而必须配备以下主要施工机械。

（1）4000 型拌合楼一台，配备计算机、自动打印设备，经过标定校核，确定打印数据的准确性。拌和机应配备良好的二级除尘装置和木质素纤维添加装置。

（2）沥青混合料摊铺机三台（其中一台备用）。

（4）非接触式平衡梁装置两套（4 只）。

（5）压路机：静重不小于 12T 双钢轮压路机 4 台（其中带振动压路机不少于 3 台），小型手扶振动压路机 1 台。

（6）载重量 15T 以上的自卸汽车宜备 20 辆左右。

（7）智能型沥青洒布车 1 辆。

另外必须配备性能良好、精度符合规定的质量检测仪器，并配备足够的易损部件。主要仪器设备如下：针入度仪、延度仪、软化点仪、沥青混合料马歇尔试验仪、马歇尔试件击实仪、试验室用沥青混合料拌和机、脱模器、沥青混合料离心抽提仪（带矿粉离心加速沉淀仪）、沥青路面用标准筛（方筛孔）、集料压碎值试验仪、烘箱（至少两台）、试模（不少于 12 只）、恒温水浴、冰箱、路面取芯机、路面平整度仪、砂当量仪。

2、沥青下面层的检查、清扫与喷洒粘层沥青

（1）沥青下面层的质量检验。参照《江苏省高速公路工程项目工程施工质量检验标准》对下面层的外观质量与内在质量进行全面检查，对局部质量缺陷（例如严重离析和开裂、油污染等）应按规定进行修复。

（2）对下面层表面的污染物必须清扫干净，必要时用水冲刷，对于局部被水泥等杂物污染冲刷不掉的，应用人工将表面水泥砂浆凿除。

（3）对下面层表面，清扫干净、冲洗的水迹晾干后喷洒粘层沥青，施工工艺按有关规定执行。以浇洒均匀，不流淌不粘轮为准。粘层沥青喷洒后应进行交通管制，禁止任何车辆通行和人员踩踏，不粘车轮时才可摊铺上面层。

3、铺筑试铺路段

SMA-13 沥青混合料上面层施工开工前，均需先做试铺路段。每个面层施工单位，通过合格的 SMA-13 沥青混合料组成设计，拟定试铺路段铺筑方案，经总监代表和总监助理审查报总监批准后，铺筑试铺路段。试铺路段宜选在直线段，长度不少于 300m。

试铺路段施工分为试拌和试铺两个阶段，需要决定的内容包括：

（1）根据各种机械的施工能力相匹配的原则，确定适宜的施工机械，按生产能力决定机械数量与组合方式。

（2）通过试拌决定：

①拌和机的操作方式，如上料速度、加料程序、矿粉的加料方式、拌和数量与拌和时间、拌和温度等。

②验证 SMA-13 沥青混合料的生产配合比，决定正式生产用的矿料配合比和油石比。

（3）通过试铺决定：

①摊铺机的操作方式，摊铺方法、摊铺温度、摊铺速度、初步振捣夯实的方法和强度、自动找平方式等。

②SMA-13 沥青混合料路面的压实是一道关键工序，要在试铺段试铺过程中，通过试压获得所要求压实度而制订适宜压实工艺与压实程序：明确具体的碾压时间，压实顺序，碾压温度，碾压速度，静压与振压最佳遍数，压路机类型组合，压路机型号与吨位，压路机振幅、频率与行走速度的组合等。

③施工缝处理方法。

④松铺系数（约为 1.08~1.20）。

（4）确定施工产量及作业段的长度，修订施工组织计划。

（5）全面检查材料及施工质量是否符合要求。

（6）确定施工组织及管理体系、质保体系、人员、机械设备、检测设备、通讯及指挥方式。

试铺段的铺筑，严格按部颁标准《公路沥青路面施工技术规范》规定操作。在试铺段

的铺筑过程中，监理工程师应一起参加，检查施工工艺、技术措施是否符合要求，测温、观色、取样，并记录试验与检测结果，检查各种技术指标情况，对出现的问题提出改进意见。必须力争一次铺筑成功，使试铺上面层成为正式路面的组成部分。否则应予铲除。

试铺段的质量检查频率应根据需要比正常施工时适当增加（一般增加一倍），试铺结束后，经检测各项技术指标均符合规定，施工单位应立即提出试铺段总结报告，由驻地监理工程师审核，经总监代表和总监助理审查后，报总监批准，即可作为申报正式开工的依据。

4、SMA-13沥青混合料的拌制

（1）严格掌握沥青和集料的加热温度以及SMA-13沥青混合料的出厂温度。SMA-13沥青混合料的施工温度范围见下表。

表 5.3-1 SMA-13沥青混合料的施工温度℃

项目	温度要求（℃）
沥青加热温度	155～165
集料温度	170～180
混合料出厂温度	160～175；高于 185 废弃
运到现场温度	不低于 155
摊铺温度	不低于 150，低于 135 作为废料
初压开始温度	不低于 140
复压最低温度	不低于 120
碾压终了温度	不低于 90

注：①所有检测用温度计应采用半导体数显温度计并及时送当地计量部门检定，或在监理监督下用标准温度计标定；

②所有温度检测均应按正确的方法操作，避免温度计探头位置不当使测得温度不真实。

③碾压温度是指碾压层内部温度。

（2）拌和楼控制室要逐盘打印沥青及各种矿料的用量和拌和温度，并定期对拌和楼的计量和测温进行校核；每天应用拌和总量检验各种材料的配比和SMA-13沥青混合料油石比的误差。

（3）拌和时间由试拌确定。SMA-13沥青混合料拌和时间及加料次序参照下表选用，必须使所有集料颗粒全部裹覆沥青结合料，并以沥青混合料拌和均匀为度。

表 5.3-2 建议的拌和时间及加料采用次序

加矿料加矿粉	干拌约 10S	加沥青加纤维	湿拌约 40S	出料
总生产时间约 60~70s				

（4）要注意目测检查混合料的均匀性，及时分析异常现象。如混合料有无花白、冒青烟和离析、析漏等现象。如确认是质量问题，应作废料处理并及时予以纠正。在生产开始以前，有关人员要熟悉本项目所用各种混合料的外观特征，这要通过细致地观察室内试拌的混合料而取得。

（5）要严格控制油石比和矿料级配，避免油石比不当而产生泛油和松散现象。调整矿粉添加方式，避免矿质混合料中小于0.075mm颗粒偏低的现象出现。每台拌和机开拌后每天上午、下午各取一组混合料试样做马歇尔试验和抽提筛分试验，检验油石比、矿料级配和SMA-13沥青混合料的物理力学性质，每周应检验1~2次残留稳定度。

（6）混合料不得在储料仓中长时间储存，以不发生沥青析漏为度，且不得储存过夜。

（7）每天结束后，用拌和楼打印的各料数量，进行总量控制。以各仓用量及各仓筛分结果，在线检查矿料级配；计算平均施工级配和油石比，与设计结果进行校核；以每天产量计算平均厚度，与路面设计厚度进行校核。

5、SMA-13沥青混合料的运输

（1）采用数字显示插入式热电偶温度计（必须经常标定）检测沥青混合料的出厂温度和运到现场温度。插入深度要大于150mm。在运料卡车侧面中部设专用检测孔，孔口距车厢底面约300mm。

（2）拌和机向运料车放料时，汽车应前后移动，分三堆装料，以减少粗集料的分离现象。

（3）沥青混合料运输车的运量应较拌和能力和摊铺速度有所富余，为保证连续施工、避免冷接缝，摊铺机前方应根据施工现场实际用料情况，派遣适宜数量的运料车等候卸料。

（4）运料车应用完整无损的双层篷布覆盖，卸料过程中继续覆盖，直到卸料结束取走篷布，以保温防雨或避免污染环境。

（5）连续摊铺过程中，运料车在摊铺机前10~30cm处停住，不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空挡，靠摊铺机推动前进。

6、SMA-13沥青混合料的摊铺

（1）连续稳定的摊铺，是提高路面平整度最主要措施。宜采用两台摊铺机梯队摊铺，

以提高摊铺层均匀性和压实度。摊铺机的摊铺速度应根据拌和机的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度，按2~3m/min左右予以调整，通常不超过3m/min，容许放慢到1~2m/min，做到缓慢、均匀、不间断地摊铺。不应任意快速摊铺几分钟，然后再停下来等下一车料。切忌停铺用餐，争取做到每天收工停机一次。

（2）用机械摊铺的混合料未压实前，施工人员不得进入踩踏。一般不用人工不断地整修，只有在特殊情况下，需在现场主管人员指导下，允许用人工找补或更换混合料，缺陷较严重时应予铲除，并调整摊铺机或改进摊铺工艺。

（3）SMA-13沥青混合料上面层宜采用非接触式平衡梁装置控制摊铺厚度。由两台摊铺机联合作业实施摊铺，前摊铺机过后，摊铺层纵向接缝上应呈斜坡，后面摊铺机应跨缝5~10cm摊铺。两台摊铺机距离不应超过10m。

（4）摊铺机应调整到最佳工作状态，调试好螺旋布料器两端的自动料位器，并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。螺旋布料器的料量应高于螺旋布料器中心，使熨平板的挡料板前混合料在全宽范围内均匀分布，并在每天起步前就应将料量调整好，再实施摊铺，避免摊铺层出现离析现象；并随时分析、调整粗细料是否均匀，检测松铺厚度是否符合规定。摊铺前应将熨平板预热至规定温度（不低于100℃），摊铺时熨平板应采用中强夯等级，使铺面的初始压实度不小于85%。摊铺机熨平板必须拼接紧密，不许存有缝隙，防止卡入粒料将铺面拉出条痕。

（5）要注意摊铺机接料斗的操作程序，以减少粗细料离析。摊铺机集料斗应在刮板尚未露出，尚有约10cm厚的热料时，下一辆运料车即开卸料，做到连续供料，并避免粗料集中。积极采取相应措施，尽量做到摊铺机不拢料，以减少面层离析。

（6）摊铺应选择在当日高温时段进行，路表温度低于15℃时不宜摊铺。摊铺遇雨时，立即停止施工，并清除未压实成型的混合料。遭受雨淋的混合料应废弃，不得卸入摊铺机摊铺。

7、SMA-13沥青混合料的压实

（1）SMA-13沥青混合料的初压、复压宜用钢轮振动压路机碾压，碾压应遵循紧跟、慢压、高频、低幅的原则进行。混合料摊铺后必须紧跟着在尽可能高温状态下开始碾压，不得等候。不得在低温状态下反复碾压，防止磨掉石料棱角、压碎石料，破坏石料嵌挤。碾压温度应符合上表（SMA-13沥青混合料的施工温度℃）的规定。必须有足够数量的压路机，初压和复压均不宜少于2台。碾压段的长度控制在20m~30m为宜，SMA-13沥青严禁使用轮胎压路机。

（2）在初压和复压过程中，宜采用同类压路机并列成梯队压实，不宜采用首尾相接的纵列方式。采用振动压路机压实SMA-13沥青路面时，压路机轮迹的重叠宽度不应超过20cm，当采用静载压路机时，压路机的轮迹应重叠1/3~1/4碾压宽度。不得向压路机轮表面喷涂油类或油水混合液，需要时可喷涂清水或含有隔离剂的水溶液，喷洒应呈雾状，以不粘轮为度。禁止使用柴油和机油的水混合物喷涂。

表 5.3-3 压路机碾压速度（km/h）

压路机类型	初压	复压	终压
静载钢轮压路机	2~3	2.5~5	2.5~5
钢轮振动压路机	2~4	4~5	—

（3）压路机应以均匀速度碾压。压路机适宜的碾压速度随初压、复压、终压及压路机的类型而异，可参照上表通过试铺确定。

（4）SMA-13沥青路面摊铺后应抓紧碾压，由专人负责指挥协调各台压路机的碾压路线和碾压遍数，使摊铺面在较短时间内达到规定压实度，且碾压温度符合上表的规定。压路机折返应呈梯形，不应在同一断面上。

（5）对松铺厚度、碾压顺序、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗检查。SMA-13沥青混凝土路面应严格控制碾压遍数，在压实度达到马歇尔密度的98%以上，或者路面现场空隙率不大于6%后，不再作过度碾压。如碾压过程中发现有沥青玛蹄脂上浮或石料压碎、棱角明显磨损等过碾压的现象时，应停止碾压。

（6）路面压实完成24小时后，方能允许施工车辆通行。

8、施工接缝的处理

（1）纵向施工缝：对于采用两台摊铺机成梯队联合摊铺方式的纵向接缝，应在前部已摊铺混合料部分留下10～20cm宽暂不碾压作为后高程基准面，并有5～10cm左右的摊铺层重叠，以热接缝形式在最后做跨接缝碾压以消除缝迹。上中层纵缝应错开15cm以上。

（2）横向施工缝：全部采用平接缝。用三米直尺沿纵向位置，在摊铺段端部的直尺呈悬臂状，以摊铺层与直尺脱离接触处定出接缝位置，用锯缝机割齐后铲除；继续摊铺时，

应将接缝锯切时留下的灰浆擦洗干净，涂上少量粘层沥青，摊铺机熨平板从接缝后起步摊铺；碾压时用钢筒式压路机进行横向压实，从先铺路面上跨缝逐渐移向新铺面层。

（3）横向施工缝应远离桥梁毛勒缝20m以外，不许设在毛勒缝处，以确保毛勒缝两边路面表面的平顺。

9、开放交通及其他

（1）沥青玛蹄脂碎石混合料路面应待摊铺层完全自然冷却到周围地面温度时（最好隔夜），才可开放交通。

（2）当摊铺时遇雨或下层潮湿时，严禁进行摊铺工作，对没经压实即遭雨淋的沥青混合料（已摊铺）应全部清除更换新料。

油斑的形成及防治。在SMA路面碾压成型过程中，路面可能会出现油斑，当油斑直径大于5cm时，应及时在油斑区域洒机制砂。摊铺后即出现的油斑，应在碾压之前铲除、换填。油斑的产生可能是纤维掺加剂拌和不均匀所致，因此需检查纤维加入量是否正确，拌和时间是否够长；当由于碾压过度产生油斑时，应正确掌握碾压遍数及振动力的大小；过高的用油量也会产生油斑，因此要及时检查拌和楼沥青计量器的准确性；拌和料（特别是纤维掺加剂）及路表含有一定的水分，也会产生油斑，因此掺加剂必须干燥，严禁路表带水施工。

10、施工阶段的质量管理

（1）原材料的质量检查：包括沥青、粗集料、细集料、填料、木质絮状纤维、抗剥剂等。

（2）混合料的质量检查：油石比、矿料级配、稳定度、流值、空隙率；混合料出厂温度、运到现场温度、摊铺温度、初压温度、碾压终了温度；混合料拌和均匀性。

（3）上面层质量检查：厚度、平整度、宽度、横坡度、压实度、偏位；摊铺的均匀性；同时还应进行构造深度和摆式摩擦系数的跟踪检测。

（4）施工压实度的检查以钻孔法为准，用核子仪检查时应通过以钻孔密度的标定关系进行换算，标定关系须经总监代表批准。钻孔检测频率单幅双车道10个/km，按公路《沥青路面施工技术规范》要求取样。

（5）渗水系数合格率宜不小于90%，当合格率小于90%时，应加倍频率检测，如检测结果仍小于90%，需对该段面层进行处理。

SMA-13路面的施工质量检验要求应符合下表的规定。

表 5.3-4 SMA-13沥青混合料施工阶段的质量检查标准

项目		检查频度	质量要求或允许差	试验方法
外观		随时	无油斑、离析、轮迹等现象	目测
接缝		随时	紧密、平整、顺直、无跳车	目测、三米直尺
施工温度		1次/车	符合前述说明中的规定	JTG 3450，T0981
矿料级配，与生产设计标准级配的差	0.075mm	逐盘在线检测	±2%	计算机采集数据计算
	≤2.36mm		±4%	
	≥4.75mm		±5%	
	0.075mm	逐机检查，每天汇总1次，取平均值评定	±1%	总量检验
	≤2.36mm		±2%	
	≥4.75mm		±2%	
	0.075mm	每台拌和机每天上、下午各1次	±2%	JTG 3410-2025，T0725
	≤2.36mm		±3%	
	≥4.75mm		±4%	
油石比与生产设计的差		逐盘在线检测	±0.3%	计算机采集数据计算
		逐机检查，每天汇总1次，取平均值评定	±0.1%	总量检验
		每日每机上、下午各1次	-0.1%，+0.2%	JTG 3410-2025，T0722或T0735
马歇尔试验：稳定度、流值、密度、空隙率		每台拌和机2次/口	符合前述说明中的规定	JTG 3410-2025，T0722或T0735
渗水试验[a]		每1500㎡测一处	≤120ml/min	JTG3450，T0971
压实度（%）		每1500㎡测一处	≥98%（马歇尔密度）；94~96.5%（最大理论密度）；	JTG3450，T0924
厚度	平均值	每1500㎡测一处	总厚度不小于设计值	JTG3450，T0912
	合格值		多层施工，总厚度：-10%H 多层施工，上面层：-20%h 单层施工，总厚度：-20%h	
宽度		钢卷尺：每100m测2个断面	不小于设计值（mm）	JTG3450，T0911
平整度	σ(mm)	全程每车道施工段连续，按每100m计算σ或IRI	多层施工≤1.2mm 单层施工≤1.3mm	JTG3450，T0932
	IRI(m/km)		多层施工≤2.0mm 单层施工≤2.2mm	JTG3450，T0934
摩擦系数		摆式仪：每1500㎡测1处横向力系数车：按JTG 5220附录L	摆值（BPN）≥45； 横向力系数 SFC60≥54	JTG3450，T0964
构造深度		铺砂法：每1500㎡测1处	0.7mm~1.1mm	JTG3450，T0961

项目	检查频度	质量要求或允许差	试验方法
a 渗水系数合格率应不小于 90%，当合格率不满足规定时应加倍频率检测，如仍不满足规定，应对该段路面进行处理。			

注：
（1）制作方式可采用拌和厂取样，装在保温桶快速送达试验室，立即制作，若温度稍有降低， 试样可在烘箱中适当加热，但不得用电炉或明火加热；
（2）若试件不规则或与下层有粘连时，应对钻孔样的两端切割，然后用表干法测定；
（3）本表所列系施工阶段的质量检查标准，交工验收按国家相关标准执行。
（4）各项检测频率，若施工段较小，不足规定面积 / 长度的独立施工段，至少抽检 1 点（处），并在关键部位进行加密检测。

5.3.2 Sup-20 沥青混合料

1、Sup-20 沥青混合料的拌制

（1）严格掌握沥青和集料的加热温度以及沥青混合料的出厂温度。集料温度应比沥青温度高 10~15℃，热混合料成品在贮料仓储存后，其温度下降不应超过 10℃，沥青混合料的施工温度控制范围见下表。

表 5.3-5 SUP-20 沥青混合料的施工温度

沥青加热温度 (℃)	140~155
混合料出厂温度 (℃)	正常范围 150~165；超过 175℃者废弃
混合料运输到现场温度 (℃)	不低于 140
摊铺温度 (℃)	不低于 135
初碾压温度 (℃)	不低于 130
碾压终了表面温度 (℃)	不低于 70

（1）拌和楼控制室要逐盘打印沥青及各种矿料的用量和拌和温度，并定期对拌和楼的计量和测温进行校核；没有材料用量和温度自动记录装置的拌和机不得使用。

（2）拌和时间由试拌确定。必须使所有集料颗粒全部裹覆沥青结合料，并以沥青混合料拌和均匀为度。

（3）要注意日测检查混合料的均匀性，及时分析异常现象。如混合料有无花白、冒青烟和离析等现象。如确认是质量问题，应作废料处理并及时予以纠正。在生产开始以前，有关人员要熟悉本试验段所用各种混合料的外观特征，这要通过细致地观察室内试拌的混合料而取得。

（4）每台拌和机每天上午、下午各取一组混合料试样做旋转压实试验、马歇尔试验和抽提筛分试验，检验油石比、矿料级配和沥青混凝土的物理力学性质。

油石比与设计值的允许误差-0.1%至+0.2%。

矿料级配与生产设计标准级配的允许差值：

0.075mm ±2%

≤2.36mm ±4%

≥4.75mm ±5%

（5）每天结束后，用拌和楼打印的各料数量，进行总量控制。以各仓用量及各仓筛分结果，在线抽查矿料级配；计算平均施工级配和油石比，与设计结果进行校核；以每天产量计算平均厚度，与路面设计厚度进行校核。

4、Sup-20 沥青混合料的运输

（1）采用数字显示插入式热电偶温度计检测沥青混合料的出厂温度和运到现场温度。插入深度要大于 150mm。在运料卡车侧面中部设专用检测孔，孔口距车厢底面约 300mm。

（2）拌和机向运料车放料时，汽车应前后移动，分几堆装料，以减少粗集料的分离现象。

（3）沥青混合料运输车的运量应较拌和能力和摊铺速度有所富余，摊铺机前方应有五辆运料车等候卸料。

（4）运料车应有良好的篷布覆盖设施，卸料过程中继续覆盖直到卸料结束取走篷布，以资保温或避免污染环境。

（5）连续摊铺过程中，运料车在摊铺机前 10~30cm 处停住，不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空档，靠摊铺机推动前进。

5、Sup-20 沥青混合料的摊铺

（1）连续稳定地摊铺，是提高路面平整度最主要措施。摊铺机的摊铺速度应根据拌和机的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度、摊铺宽度，按 2.4m/min 予以调整选择，做到缓慢、均匀、不间断地摊铺。不应任意快速摊铺几分钟，然后再停下来等下一车料。午饭应分批轮换交替进行，切忌停铺用餐。争取做到每天收工停机一次。

（2）用机械摊铺的混合料未压实前，施工人员不得进入踩踏。一般不用人工不断地整修，只有在特殊情况下，如局部离析，需在现场主管人员指导下，允许用人工找补或更换混合料，缺陷较严重时应予铲除，并调整摊铺机或改进摊铺工艺。

（3）下面层摊铺厚度采用非接触式平衡梁控制方式。如需采用两台摊铺机实施摊铺施工，靠中央分隔带侧摊铺机在前，两台摊铺机摊铺层的纵向接缝，应采用斜接缝，避免出现缝痕。两台摊铺机距离不应超过 30m。

（4）摊铺机应调整到最佳工作状态，调好螺旋布料器两端的自动料位器，并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。螺旋布料器内混合料表面以略高于螺旋布料器 2/3 为度，使熨平板的挡板前混合料的高度在全宽范围内保持一致，避免摊铺层出现离析现象。

（5）检测松铺厚度是否符合规定，以便随时进行调整。摊前熨平板应预热至规定温度。摊铺机熨平板必须拼接紧密，不许存有缝隙，防止卡入粒料将铺面拉出条痕。

（6）积极采取相应措施，尽量做到摊铺机不拢料，以减小面层离析。

（7）摊铺遇雨时，立即停止施工，并清除未压成型的混合料。遭受雨淋的混合料应废弃，不得卸入摊铺机摊铺。

6、Sup-20 沥青混合料的压实成型

（1）沥青混合料的压实是保证沥青面层质量的重要环节，应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤。为保证压实度和平整度，初压应在混合料不产生推移、开裂等情况下尽量在摊铺后较高温度下进行。初压严禁使用轮胎压路机，以确保面层横向平整度。在石料易于压碎的情况下，原则上钢轮压路机不开振，以轮胎压路机碾压为主。

（2）压路机应以缓慢而均匀的速度碾压，压路机的适宜碾压速度随初压、复压、终压及压路机的类型而异，按下表选用。

表 5.3-6 压路机碾压速度（km/h）

压路机类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢轮式压路机	1.5–2	3	2.5–3.5	5	2.5–3.5	5
轮胎压路机	–	–	3.5–4.5	8	4–6	8
振动压路机	1.5–2（静压）	5（静压）	4–5（静压）	4–5（静压）	2–3（静压）	5（静压）

（3）为避免碾压时混合料推挤产生拥包，碾压时应将驱动轮朝向摊铺机；碾压路线及方向不应突然改变；压路机起动、停止必须减速缓行，不准刹车制动。压路机折回不应处在同一横断面上。

（4）在当天碾压的尚未冷却的沥青混凝土层面上，不得停放压路机或其他车辆，并防止矿料、油料和杂物散落在沥青层面上。

（5）要对初压、复压、终压段落设置明显标志，便于司机辨认。对松铺厚度、碾压顺序、压路机组合、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗管理和检查，使面层做到既不漏压也不超压。

（6）应向压路机轮上喷洒或涂刷含有隔离剂的水溶液，喷洒应呈雾状，数量以不粘轮为度。

（7）压实完成 12 小时后，方能允许施工车辆通行。

7、施工接缝的处理

（1）横向施工冷接缝

全部采用平接缝。用三米直尺沿纵向位置，在摊铺段端部的直尺呈悬臂状，以摊铺层与直尺脱离接触处定出接缝位置，用锯缝机割齐后铲除；继续摊铺时，应将接缝锯切时留下的灰浆擦洗干净，并涂上粘层油，摊铺机熨平板从接缝处起步摊铺；碾压时用钢筒式压路机进行横向压实，从先铺路面上跨缝逐渐移向新铺沥青层。

（2）纵向施工冷接缝

当半幅施工完毕时，另一半幅施工前，应检查接缝处混合料，将高度不足或松散的混合料铲除，铲除时将边缘修整成一条直线。另一半幅摊铺时，应在接缝处涂刷粘层油（有条件时，搭接摊铺宽度 5~10cm，摊铺后再将其铲走，碾压时应采用振动压路机，先初步碾压新铺沥青层，接缝处预留 10~15cm，再跨缝挤密压实。当采用双钢轮振动压路机碾压时，压路机应主要行走在新铺面层上，只有 10~20cm 的轮宽压在冷料层上；当采用单钢轮振动压路机时，必须考虑将靠近接缝处的轮胎 75%的宽度放在接缝的冷边来进行碾压。

（3）桥梁结构物两侧 50m 内和桥面上不应设置施工缝。

8、施工质量管理

混合料路面的施工质量检验要求应符合下表规定。

表 5.3-7 Sup-20 下面层路面施工质量检验要求

项目		检查频度	质量要求或允许差	试验方法
施工温度		每车料一次	符合前述说明中的规定	JTG3450，T0981
矿料级配，与生产设计标准级配的差（%）	0.075mm	逐盘在线检测	±2	计算机采集数据计算
	≤2.36mm		±5	
	≥4.75mm		±6	
	0.075mm	逐盘检查，每天汇总 1 次，取平均值评定	±1	按规范
	≤2.36mm		±2	
	≥4.75mm		±2	
	0.075mm	每台拌和机每天上、下午各 1 次	±2	JTG3450，T0725
	≤2.36mm		±4	
	≥4.75mm		±5	

项目		检查频度	质量要求或允许差	试验方法
沥青含量（油石比），与生产设计的差（%）		逐盘在线检测	±0.3	计算机采集数据计算
		逐盘检查，每天汇总 1 次，取平均值评定	±0.1	总量检验
		每日每机上、下午各 1 次）	-0.1，+0.2	JTG3450，T0722
旋转压实	空隙率	上下午各一次	生产配合比空隙率±1%	拌和厂取样，室内成型试验
	VMA	上下午各一次	生产配合比 VMA±1%	
马歇尔试验	稳定度（KN）	每日每机上、下午各 1 次	≥8.0	拌和厂取样，室内成型试验
	流值（0.1mm）		20~50	
	空隙率（%）		生产配合比±1	
压实度	（%）	每层 1 次/200m/车道	不小于 97（马歇尔密度） 不小于 93（最大理论密度） 不小于 98（试验段密度）	现场钻孔试验（用核子密度仪随时检查）
厚度	平均值	每 1500 ㎡测一处	总厚度不小于设计值	钻孔检查并铺筑时随时插入量取，每日用混合料数量校核
	合格值		多层施工，总厚度：-10%H 多层施工，上面层：-20%h 单层施工，总厚度：-20%h	
宽度		每 1500 ㎡测一处	不小于设计宽	用尺量
渗水系数		每 1500 ㎡测一处	≤150ml/min	JTG 3450 2019 T0971

5.3.3 高强抗车辙沥青混凝土施工

高强抗车辙沥青混合料上面层施工工艺参照 SMA-13 沥青混合料，下面层施工工艺参照 Sup-20 沥青混合料，其中拌合工艺增加添加改性剂环节，相关控制要求见下表。

表 5.3-8 高强抗车辙沥青混合料拌合工艺

序号	工序及工艺要求
1	骨料烘干至要求温度
2	高温骨料进入拌和仓
3	加入高强抗车辙改性剂拌和 10 秒
4	喷入高温基质沥青湿拌 45 秒以上
5	出料

5.3.4 就地热再生施工

1、施工准备

（1）就地热再生施工前应进行现场周边环境调查，对可能受到影响的植物隔离带、树木、加油站等提前采取隔离措施。

（2）就地热再生前，必须对就地热再生无法修复的路面病害进行预处理：

①破损松散类病害：破损松散类病害的深度超过就地热再生施工深度时，应予以挖补；

②变形类病害：根据施工深度不同，变形深度为 3~10cm 时，再生前应进行铣刨处理；

③裂缝类病害：分析裂缝类病害成因，影响热再生工程质量的裂缝应予以处理。

（3）原路面特殊部位的预处理：

用铣刨机沿行车方向将伸缩缝和井盖后端铣刨 2~5m，前端铣刨 1~2m，深度同再生深度相同，再生时用新沥青混合料铺筑；原路面上的突起路标应清除；采用隔热板保护桥梁伸缩缝。

（4）铺筑试验路段

就地热再生正式施工前应铺筑试验路段，从施工工艺、质量控制、施工管理、施工安全等各个方面进行检验。就地热再生试验路段的长度不宜小于 200m。

2、再生施工

（1）前扫路面，画导向线。

清扫路面，避免杂物混入混合料内。在路面再生宽度以外画导向线，也可以将路面边缘线作为导向线，保证再生施工边缘顺直美观。

（2）原路面加热

原路面必须充分加热。不得因加热温度不足造成耙松时集料破损，影响再生质量，也不得因加热温度过高造成沥青过度老化。应减少再生设备各设备间距，减少热量损失。原路面加热宽度比铣刨宽度每侧应至少宽出 20cm。

（3）路面耙松

①耙松深度要均匀。

②耙松深度变化时应缓慢渐变，耙松面应有较好的粗糙度；

③耙松面温度应高于 70℃。

（4）再生剂喷洒

①再生剂喷洒装置应与再生复拌机行走速度联动并可自动控制，能准确按设计剂量喷洒；

②再生剂应加热至不影响再生剂质量的最高温度，提高再生剂的流动性和与旧沥青的融合性；

③再生剂应均匀喷入旧沥青混合料中；

④再生剂用量应准确控制，施工过程中应根据铣刨深度的变化适时调整再生剂的用量。

（5）拌和

应保证再生沥青混合料拌和均匀；

（6）摊铺

①摊铺应匀速进行，施工速度宜为1.5~5m/min。混合料摊铺应均匀，避免出现粗糙、拉毛、裂纹、离析等现象；

②应根据再生层厚度调整摊铺熨平板的振捣功率，提高混合料的初始密度，减少热量损失；

③再生混合料的摊铺温度宜控制在120~150℃。

（7）压实

①就地热再生混合料的碾压应配套使用大吨位的振动双钢轮压路机、轮胎压路机等压实机具；

②碾压必须紧跟摊铺进行，使用双钢轮压路机时宜减少喷水，使用轮胎压路机时不宜喷水；

③对压路机无法压实的局部部位，应选用小型振动压路机或振动夯板配合碾压。

（8）开放交通

就地热再生压实完成后，再生层路表温度低于50℃后方可开放交通。

3、施工质量保证措施

（1）旧路面加热温度控制

确保加热、耙松后旧路面温度控制在160℃~180℃，既不能过高，以避免加剧沥青路面的老化，又不能过低，以避免影响再生质量和压实质量。应及时测量加热后温度，并调整加热机、再生机加热挡位或调整机组行走速度。

（2）平整度控制

必须保证再生路面厚度均匀一致，尤其是铣刨深度绝对不能时深时浅。

控制好摊铺机的行进速度，尽量少停机，确保厚度均匀。控制好压路机的碾压工艺，避免急起步、急刹车，坚持平稳行驶。加强现场监控，配备3m直尺，发现平整度不好时及时查找原因，予以纠正。

（3）施工缝质量控制

施工缝接缝处必须平顺、密实，每天收工时记住松铺刻度值，再次开工时即延续此松铺系数。现场配备小孔筛，接缝出现离析时筛小料填充，以保证接缝质量。

4、关键工序控制

（1）再生剂添加量的确定

沥青路面就地热再生的关键之一是确定再生剂的添加剂量。

首先，对拟进行就地热再生施工的路段进行旧路面现场取样。取样应选择具有代表性的旧路面，深度为10cm。将取回来的样品在实验室进行旧沥青抽提和回收试验。对回收的旧沥青做针入度、软化点、延度试验。将试验结果与该路段竣工时（即施工时新沥青）资料进行对比，判断原路面沥青的老化程度。

其次，将回收来的旧沥青按不同比例掺入再生剂进行实验室试验，并测试再生后的沥青三大指标（针入度、软化点、延度），确定掺加再生剂的最佳比例。

最后，按最佳再生剂掺量对原路面取样材料进行实验室再生，将再生混合料进行马氏试验，测试试件的稳定度、流值、密度、饱和度和空隙率，用这些指标验证再生剂的掺量。现场控制必须多做试验，加强监控，确保再生剂喷洒量准确。对再生剂的喷洒装置必须每天进行清理，防止喷嘴堵塞。

（2）碾压质量的控制

碾压质量对路面成型质量，路面性能和耐久性有重要影响，控制压实度是施工质量控制的一个重要内容。根据以往热再生的施工经验，拟采用以下措施保证压实度。

①确定专人负责，严格按照既定的碾压程序指挥碾压操作。

②确定专用压路机，保持良好工作状态，在整个施工期间，保证定设备、定操作者（熟练的压路机司机），不得随意更换。

③严格质量监控，配备专用的红外温度仪和密度仪，及时获得操作条件及施工质量参数。及时分析现场数据，快速反应质量反馈信息，根据实际条件调整操作参数。

5、实验检测控制

（1）试验项目：沥青抽提筛分、沥青回收、马歇尔试验、沥青三大指标、压实度、车辙试验。（其中：沥青抽提筛分、沥青回收、马歇尔试验、沥青三大指标、压实度为每台班必做试验项目；车辙试验必须保证两个台班做一次）。

（2）试验室人员必须保证每天随机取样不少于2次，每次取样新旧沥青混合料各不少

于50kg，装于保温桶中。钻芯取样按国标规定每车道每200米取芯样1个，并将准确桩号标记于芯样上，及时将芯样送到试验室完成每天的试验项目。

（3）取样完毕后，必须将污染路面清理干净，将取样后的坑洞用新的沥青混合料填补夯实；

（4）试验室完成当天的试验项目后，须在第一时间将试验数据通知机组人员，并认真、准确记录试验数据。

6、施工机械保障

（1）运输设备

热拌沥青混合料宜采用较大吨位的运输车辆，标准载重不小于15吨。运输车辆应用篷布覆盖，用以保温、防雨、防污染，对于改性沥青混合料运输，运输车辆在任何情况下都必须加盖篷布，以防止运输车辆表面混合料降温结成硬壳。

（2）压实设备

沥青混合料碾压设备应根据规范要求采用双钢轮压路机及轮胎式压路机组合碾压。应保证压路机的雾化喷嘴完好，机械运转正常，并严格控制碾压温度、遍数和速度，在作业期间，不得停顿，保持连续不断。

5.3.5 免养水泥稳定碎石基层施工

1）一般规定

（1）免养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）免养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，水泥剂量外加的比例表示，外加剂剂量以水泥质量为100进行外掺。

（3）免养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。

（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，直到达到室内静压试验确定的标准不小于98%的压实度；

⑤免养水泥稳定碎石混合料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）准备工作

（1）施工机械

必须配备齐全的施工机械和配件，做好开工前的保养、试机工作，并保证在施工期间一般不发生有碍施工进度和质量的故障。

水泥稳定碎石施工应采用集中厂拌、摊铺机摊铺、分层施工。各施工单位应配备足够的拌和、运输、摊铺、压实机械。每层最大压实厚度不大于20cm。抗裂型水泥稳定碎石施工按单幅分两层梯队摊铺作业，必须配备以下主要机械。

①拌和机应配置产量大于400t/h的拌和机，要保证其实际出料（生产量的80%）能力超过实际摊铺能力的10%~15%。拌和机必须采用定型产品，至少要有五个进料斗，料斗上口必须安装钢筋网盖，筛除超出粒径规格的集料及杂物。为使混合料拌和均匀，拌缸要满足一定长度。拌和机的用水应配有大容量的储水箱。

免养生添加剂的使用方法有两种，一是利用第五个进料斗，二是利用备用水泥罐仓。

料斗、水箱、罐仓都要求装配高精度电子动态计量器，电子动态计量器应经有资质的计量部门进行计量标定后方可使用。

②摊铺机应根据路面摊铺层的宽度、厚度，选用合适的摊铺机械。

③压路机的吨位和台数必须与拌和机及摊铺机生产能力相匹配，使从加水拌和到碾压终了的时间不超过水泥初凝时间，保证施工正常进行。

④自卸汽车数量应与拌和设备、摊铺设备、压路机相匹配。

⑤装载机。

⑥洒水车。

⑦水泥钢制罐仓由拌和机生产能力决定其容量，罐仓内应配有水泥破拱器，以免水泥起拱停流。

以上机械数量至少应满足每个工点、每日连续正常生产及工期要求。

（2）质量检测仪器

①水泥胶砂强度、水泥凝结时间、安定性检验仪器

②水泥剂量测定设备

③振动压实成型设备（备选）

④重型击实仪

⑤水泥稳定碎石抗压试件制备与抗压强度测定设备

⑥标准养护室

⑦基层密度测定设备

⑧标准筛（方孔）

⑨土壤液、塑限联合测定仪

⑩压碎值仪

⑪针片状测定仪器

⑫取芯机

3）混合料组成设计

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。合理的水泥稳定碎石组成必须达到强度要求，具有较小的温缩和干缩系数（现场裂缝较少），施工和易性好（粗集料离析较小）。

①取工地实际使用的碎石，分别进行水洗筛分，按颗粒组成进行计算，确定各种碎石的组成比例。要求组成混合料的级配应符合前述说明中的规定，且2.36mm、0.6mm、0.075mm的通过量宜尽量接近级配范围的下限。

②取工地使用的水泥，按不同水泥剂量分组试验。一般水泥剂量按2.0%~4.5%范围，分别取4~5种比例（以碎石质量为100）制备混合料（每组试件个数13个），宜用振动成型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为了保证免养水泥稳定碎石的强度和密实性，在混合料中应免养生添加剂，掺量为水泥剂量的10%。

④根据确定的最佳含水量，分别拌制不同水泥剂量的水泥稳定碎石混合料，按压实标准（推荐采用振动成型标准，98%），采用振动成型法或静压法制备混合料试件，在标准条件下养护6天，浸水1d后取出，做无侧限抗压强度试验。

⑤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，应立即用塑料薄膜包覆，放入养护室内养生，养护温度为20℃±2℃。养生期的最后一天（第七天）将去掉薄膜试件浸泡水中，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。前六天养生期间试件水分损失应不超过10g，超过此规定的试件，应予作废。

⑥水泥稳定碎石7天饱水无侧限抗压强度试件强度代表值不应小于4.0MPa，不宜高于6.0MPa。

⑦试件室内试验结果抗压强度的代表值按下式计算：

$$R_{代}=R(1-Z_aC_v)$$

式中：R代—抗压强度代表值，MPa；

R—该组试件抗压强度的平均值，MPa；

Za—保证率系数，高速公路保证率95%，Za取1.645；

Cv—试验结果的偏差系数（以小数计）。

⑧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，用振动击实成型法求得最佳含水量和最大干密度，经审批后，以指导施工。

4）施工

（1）一般要求

①清除作业面表面的浮土、积水等。并将作业面表面洒水湿润。

②水泥稳定碎石基层的施工尽量避免在高温季节施工。

③为保证基层达到强度满足要求、抗裂能力最佳的效果，应尽量限制水泥、细集料、粉料用量；根据施工时气候条件限制含水量。施工中要求水泥剂量宜控制在3%~4.5%，不应大于5.0%、合成集料级配中0.075mm以下颗粒含量应尽量控制在3.5%以下、含水量不宜超过最佳含水量的1%。

④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，水泥剂量外加的比例表示，外加剂剂量以水泥质量为100进行外掺。

⑤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。

⑥施工时，应遵循下列规定：

a.配料应准确，拌和应均匀；

b.混合料摊铺应均匀，减少离析；

c.严格控制基层的压实厚度和高程，横坡应与面层一致；

d.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，直到达到室内静压试验确定的标准不小于98%的压实度；

e.免养生水泥稳定碎石混合料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；

f.应采取各种有效措施，防止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）混合料的拌和

①开始拌和前，拌和场的备料至少应能满足5~7天的摊铺用料。

②每天开始搅拌前，应检查场内各处集料的含水量，计算当天的施工配合比，外加水与天然含水量的总和要比最佳含水量略高1%左右。实际的水泥剂量可以大于混合料组成设计时确定的水泥剂量约0.5%。同时，在充分估计施工富余强度时要从缩小施工偏差入手，不得以提高水泥用量的方式提高路面基层强度。

③由于外加剂的用量很少，对添加的精度要求很高，建议采用备用水泥罐仓进行储存，由控制系统自动投放；或者选择第五料斗，并对出料口进行适当改造，增加挡板，减小出料速度。无论采用哪种方法，一定要提前做好罐仓的标定和校准工作。

④每天开始拌合之后，出料时应取样检查是否符合设计的配合比，进行正式生产之后，每天定时检查拌合情况，抽检其配合比、含水量是否变化。高温作业时，早晚与中午的含水量要有区别要按温度变化、风速大小及时调整。

⑤拌和机出料不允许采取自由跌落式的落地成堆、装载机装料运输的办法。一定要配备带活门漏斗的料仓，成品混合料先装入料仓内，由漏斗出料装车运输，装车时车辆应前后移动，分三次装料，避免混合料离析。

（3）混合料的运输

①运输车辆在每天开工前，要检验其完好情况，装料前应将车厢清洗干净。运输车辆数量一定要满足拌和出料与摊铺需要，并略有富余。

②应尽快将拌成的混合料运送到铺筑现场。车上的混合料应覆盖，减少水分损失。如运输车辆中途出现故障，必须立即以最短时间排除；当车内混合料不能在水泥初凝时间内运到工地摊铺压实，必须予以废弃。

（4）混合料的摊铺

①摊铺前应将底基层洒水湿润；下承层表面应喷洒水泥净浆，按水泥质量计，宜不少于1.0~1.5kg/m²。水泥净浆稠度以洒布均匀为度，洒布长度以不大于摊铺机前30m~40m为宜。

②摊铺前应检查摊铺机各部分运转情况，而且每天坚持重复此项工作。

③调整好传感器臂与控制线的关系；严格控制基层厚度和高程，保证路拱横坡度满足设计要求。

④摊铺机宜连续摊铺。如拌和机生产能力较小，应采用最低速度摊铺，禁止摊铺机停机待料。摊铺机的摊铺速度一般宜在1m/min左右。

⑤摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中。

⑥在摊铺机后面应设专人消除离析现象，应该铲除局部粗集料“窝”，并用新拌混合料填补。

（5）混合料的碾压

①每台摊铺机后面，应紧跟振动压路机和轮胎压路机进行碾压，一次碾压长度一般为50m~80m。碾压段落必须层次分明，设置明显的分界标志，有监理旁站。

②碾压应遵循试铺路段确定的程序与工艺（考虑到项目水稳仅在局部病害修补时涉及，工程量较少，可不进行试铺）。免养水泥稳定碎石施工中钢轮压路机采用静压方式碾压，因此施工过程中，压路机速度较低（建议不超过1.5km/h），碾压遍数比正常施工多碾压3~5遍，具体碾压视压实度情况而定。

③压路机碾压时应重叠1/2轮宽。

④压路机倒车应自然停车，不许刹车；换挡要轻且平顺，不要拉动基层。在第一遍初步稳压时，倒车后应原路返回，换挡位置应在已压好的段落上，在未碾压的一头换挡倒车位置错开，要成齿状，出现个别拥包时，应进行铲平处理。

⑤压路机停车要错开，相隔间距不小于3m，应停在已碾压好的路段上。

⑥严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头和急刹车。

⑦碾压宜在水泥初凝前及试验确定的延迟时间内完成，达到要求的压实度，同时没有

明显的轮迹。

⑧为保证水泥稳定碎石基层边缘压实度，应有一定的超宽；对用方木或型钢模板支撑时，也应有一定超宽。

5） 质量管理及检查验收

（1）一般要求

①水泥剂量的测定用料应在拌和机拌和后取样，并立即（一般规定小于 10 分钟）送到工地试验室进行滴定试验。

②水泥用量除用滴定法检测水泥剂量要求外，还应进行总量控制检测。记录每天的实际水泥用量、碎石用量和实际工程量，计算对比水泥剂量的一致性。

③水泥稳定碎石路面基层质量要求见下表。

表 5.3-9 免养水泥稳定碎石基层质量标准

	质量要求		检查规定		备注
	要求值或容许误差	质量要求	最低频率	方法	
压实度（%）	代表值不小于 98，极值不小于 94	符合技术规范要求	100 米/1 点	每处每车道测一点，用灌砂法检查，采用振动击实标准（或重型击实密度×1.02)（重型击实标准）	
平整度（mm）	不大于 8	平整、无起伏	1 处×5 尺	每 100 米测 2 处×5 尺	
纵横高程（mm）	＋5，-10	平整顺适	1 断面/20 米	每断面 3~5 点用水准仪测量	
厚度（mm）	平均值：符合设计要求 合格值：-10	均匀一致	1 处/200 米/车道	每处 3 点，路中及边缘任选挖坑丈量	
水泥剂量（%）	±0.5		每 2000 ㎡ 6 个以上样品	EDTA 滴定及总量校核	拌和机拌和后取样
级配	注 3	符合前述说明	每 2000 ㎡ 1 次	水洗筛分	拌和机拌和后取样
强度（MPa）	注 2	注 2	2 组/d	7 天无侧限抗压强度	上、下午各一组
			1 组试件/2000 ㎡或每工作班）	24h 无侧限抗压强度	
含水量（%）	-1~+2	最佳含水量	随时	烘干法	
外观要求	表面平整密实，无浮石，弹簧现象；无明显压路机轮迹。				

注：
（1）免养水泥稳定碎石基层一般 24h 能取出较为完整的芯样，芯样高度不应小于实际摊铺厚度的 90%。本项目免养水稳主要用于基层局部病害处治，处治范围小，不适用于重复养生，多次取芯。根据以往施工经验，免养生水泥稳定碎石基层一般 24h 能取出较为完整的芯样，如果取不出完整芯样，继续养生 24h 后再次取芯，若依旧无法取出完整芯样，则应找出路段相应范围，进行返工处理。
（2）**静压法成型强度不低于 4.0MPa，且不宜超过 6.0Mpa**，24h 强度不低于 3.0MPa，且不宜超过 6.0Mpa。
（3）水稳碎石的级配宜控制在设计级配范围以内，不应超过设计级配范围的上限。施工中关键筛孔级配值与生产配合比设计值允许误差为：0.075mm，±2%；2.36mm，±4%；4.75mm，±6%。
（4）其它质量要求按《公路路面基层施工技术细则》（JTG/TF20-2015）执行。
（5）各项检测频率，若施工段较小，不足规定面积 / 长度的独立施工段，至少抽检 1 点（处），并在关键部位进行加密检测。

5.3.6 粘层、封层施工

本项目基层顶面设改性乳化沥青下封层。面层之间需设置粘层，粘层沥青采用不粘轮乳化沥青。

1 、沥青下封层施工

1）水泥稳定碎石基层表面的清扫与冲洗

基层表面先进行初步清扫，后用高压水枪冲洗，待干后，再用吸扫机将浮灰吸净，使表层集料颗粒部分外露。

2）喷洒沥青

建议采用同步碎石撒布车同步完成洒布沥青及撒布碎石作业，无条件时也可采用先喷洒沥青、后撒布碎石的方式。基层表面冲洗的水分晾晒干燥后，即可用智能型沥青洒布车喷洒改性乳化沥青，数量为 1.8kg/m^2~2.2kg/m^2 计。

3）撒布集料

每段沥青喷洒后，立即用集料撒布机撒布集料，2.36mm~4.75mm 碎石撒布量按 9~10kg/m^2 计。施工时严格按《公路沥青路面施工技术规范》（ JTG F40-2004 ）执行。

4）碾压

集料撒布后即用轮胎压路机均匀碾压 3 遍，每次碾压重叠 1/3 轮宽，碾压要求两侧到边，确保有效压实宽度。碾压顺序由路肩侧到中分带侧依次碾压。

5）养生

碾压完毕后封闭交通，原则上铺筑完沥青面层后开放交通。特殊交通需求条件下养生 7 天后方可开放交通。

6）注意事项

（1）洒布沥青和撒布集料应做到均匀，并用总量校核施工用量；

（2）使用液体石油沥青时，应注意防火，严禁火种；

（3）沥青下封层在正式施工前应按以上要求做好试铺路段，质量检查合格后，写好试铺总结，经批准后才能正式施工；

（4）冲洗基层表面的水分必须晒干后才可喷洒沥青，不应在基层表面洒水润湿。

2、 下封层质量检查

沥青下封层施工阶段的质量检查方法及检验标准见下表。

表 5.3-10 下封层质量检查项目及质量标准

项目	检查频率	质量要求或允许误差	试验方法
沥青量	每半天1次	在规定范围内	称定面积收取的沥青量
集料量	每半天1次	在规定范围内	用集料总量与撒布面积算得
渗水试验	1处/1000㎡	渗水量<5ml/min	用渗水仪，每处2点
外观检查	随时全面	外观均匀一致，用硬物刮开下封层观察，与基层表面牢固粘结，不起皮，无油包和基层外露等现象，无多余乳化沥青。	
注：各项检测频率，若施工段较小，不足规定面积/长度的独立施工段，至少抽检1点（处），并在关键部位进行加密检测。			

3、 不粘轮乳化沥青施工

1）主要施工机械

①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，粘层洒布量为0.3kg/m^2~0.6kg/m^2。

②吸入式除尘设备4台。

2）施工操作

（1）开启搅拌，缓慢加热产品，温度控制在55~60℃;

（2）继续缓慢升温至55~60℃,开启循环，使得材料充分搅拌均匀；

（3）循环使得喷嘴温度达到55~60℃。

3、注意事项

不粘轮粘层材料施工宜采用智能型沥青洒布车喷洒，并选择适宜的喷嘴，洒布速度和喷洒量保持稳定。气温低于10℃时不得喷洒，路面潮湿时不得喷洒，用水洗刷后必须待表面干燥后喷洒。

喷洒的不粘轮乳化沥青必须呈均匀雾状，在路面全宽度内均匀分布成一薄层，不得有洒花漏空或成条状，也不得有堆积。喷洒不足的要补洒，喷洒过量处应予刮除。喷洒粘层油后，严禁运料车外的其他车辆和行人通过。不粘轮粘层材料宜在当天洒布，待水分蒸发完成，紧跟着铺筑沥青层，确保防水层不受污染。

5.3.7 抗裂贴施工

抗裂贴的施工工艺如下：

1、清扫工作面

采用钢丝刷将裂缝两侧各30cm范围内工作面清扫干净，并用液化气喷灯或热喷枪将工作面预热烘干。

2、铺设抗裂贴

抗裂贴幅宽采用单面自粘型。工作面清扫干净后，涂刷乳化沥青粘层油，用量约0.5~1.0kg/m^2。铺设时，抗裂贴一端先进行固定，另一端张拉紧绷，铺设后的抗裂贴应平整、服帖、不起皱、不翘边。

铺设过程中若需重叠时，重叠长度不少于5~10cm，重叠不能超过两层。

3、碾压

抗裂贴铺设完成后，用20t以下胶轮压路机进行适当碾压，以保证与原路面的粘结效果。

抗裂贴的施工应紧密结合罩面层的施工，抗裂贴施工完成后，应尽早进行罩面层施工，间隔时间不应超过24小时，避免施工车辆在其上行走或抽拉，同时避免雨淋或受潮。

为防止施工车辆或摊铺机在抗裂贴上行走粘起抗裂贴，可在抗裂贴上撒布细粒径的碎石或混合料。

5.3.8 密封胶灌缝施工

1、施工准备

1）灌缝应配备具有路面开槽（开槽灌缝时）、清理、加热、熨平等功能的施工机具。

2）施工前应备齐所用材料，加热型密封胶应加热或保温至规定的施工温度。

3）施工前应做好交通组织、施工安全、施工人员安排等准备工作。

2、施工工艺

1）开槽灌缝时，应沿裂缝开槽，开槽深度和开槽宽度应适宜或满足设计要求。

2）裂缝中的灰尘和杂物应清理干净。

3）对裂缝及其周边路面进行加热，将密封胶灌入到裂缝或所开槽内。

4）熨平溢出的材料，应进行必要的防黏轮处理。

5）灌缝后应进行必要养生方可进行下一道施工工序。

5.3.9 地聚合物注浆施工

1、注浆材料要求

本项目采用地聚合物注浆材料，由钢渣、矿渣、高钙粉煤灰、偏高岭土等及碱激发剂按比例配制而成。注浆材料在运输、装卸、贮存和使用过程中应采取防护措施和环境保护措施；注浆材料拌和用水的质量应符合《混凝土用水标准》(JGJ 63-2006)。具体施工及验收标准参考《城镇道路改性地聚合物注浆加固技术规程》(DGJ32/TJ 225-2017) 。地聚合物注浆材料主要性能指标需符合前述说明的规定。

2、施工工艺

（1）行车道，设计注浆孔位孔呈梅花形布置并主要位于轮迹带上，孔间距1.5m，注浆深度具体由雷达检测病害深度决定，深浅交替布置，孔径5cm。现场进行布孔时，如发现布孔位置不适宜，可做适当调整，原则上孔位调整间距应小于30cm。

（2）施工步骤如下： 孔位布置→钻孔→清孔→埋注浆管→管口周围密封→浆料拌制→注浆→拔管→封孔→养护→探地雷达检测→交工验收。

3、施工注意事项

（1）钻孔

a、钻孔过程中应对未达到规定深度、钻杆突然下降等异常现象进行观察，做好记录，并及时与业主单位和设计单位联系，采取相应措施。

b、注浆孔位需要对地下管及结构物进行避让，根据现场情况适当做调整孔位。

（2）埋注浆管及孔口封堵

到达布孔深度后，应塞入小编织物确保严实状态，保证灌浆口的密封性能良好。

（3）注浆

a、在正常情况下，一个注浆孔的注浆量尚未大于设计，而相隔2~3个周边孔均冒浆时，应立即停止送浆并移入下一个注浆孔。

b、注浆过程宜慢速控制压力，注浆压力宜在0.5~1.2MPa。

c、注浆过程中应对注浆区域周边范围的道路设施进行监测，防止路面抬升或者浆液流失，注浆过程中应控制路面的抬升高度，路面抬升宜不大于5mm。

（4）拔管

注浆压力达到1.0MPa或者临孔冒浆时方可拔管。

（5）封孔

拔管后应及时采用浆液封堵抹平，确保孔内填充密实，填补至与路面齐平。

（2）其他注意事项

①注浆加固过程中，应预留释放孔，以释放压力并排出水和空气。注浆施工过程中，应记录孔径、孔深、注浆压力、单孔注浆量等参数。地聚合物注浆，应记录注浆材料配合比参数。

②出现下列情况应停止注浆：

a.注浆施工期间，应监测注浆区域内和区域周边的路面抬升量以及桥台、路堤边坡、边沟等构造物的变形、漏浆、冒浆等情况。当出现异常时，应停止注浆并采取措施，并记录有关情况。

b.当注浆压力超出1.2MPa或设计注浆压力上限时，应停止注浆；静置1min后如注浆压力下降，继续注浆。无异常情况下，单孔注浆时间应不小于5min。

c.当路面抬升量超过5mm时，应停止注浆。

d.在规定压力下，当单孔注浆流量小于1L/min时，应稳压10min，若压力不下降或下降不超过10%，可停止注浆。

e.在规定压力下，当单孔注浆量达到邻近注浆孔平均注浆量的3倍以上时，应停止注浆。

f.当相邻注浆孔发生串浆时，应封堵相邻注浆孔，封堵后可继续注浆，当注浆压力超出规定上限或设计上限时，应停止注浆。

g.当释放孔或者路面接缝、裂缝有浆液冒出时，应继续注浆5~15s后停止注浆。

h.当释放孔或者路面接缝、裂缝有积水冒出时，应继续注浆，直至浆液冒出5~15s后停止注浆。

③当注浆引起的路面抬升量超出控制量时，应采用载重汽车或压路机反压的方式进行恢复。

④快凝早强型地聚合物类材料注浆加固后，应进行4～8h封闭养生。

⑤注浆施工结束后，应按设计要求进行路表弯沉检测；对不合格的部位，应重新补孔注浆，并达到设计要求。

4、质量验收与检验

（1）一般规定

公路注浆加固工程质量应符合《公路工程质量检验评定标准（第一册土建工程)》(JTGF80/1-2017)，验收不合格的注浆点应进行补注，直至达到质量验收标准。

（2）外观检验

注浆孔应封填密实，应填补至与路面齐平，且孔口不得有湿迹；注浆加固范围内的路面不应有拱起、新增裂缝、侧向推移等。

（3）材料检验

注浆原材料应具备产品出厂合格证和产品检测报告，每批次、每品种各1份；注浆材料每30t检验1次，不足30t按1批次计算，每天至少检验1次。原材料中含有其他掺合料和外加剂时，应具备相应的产品出厂合格证和产品检测报告。

（4）注浆加固工程质量验收实测项目

注浆加固施工中应对施工质量进行检验，质量检验标准应符合下表所示：

表 5.3-11 地聚合物注浆质量检查项目及质量标

项次	检验项目		规定值及其允许偏差	检验频率	检验方法
1	材料进场检验	流动性	符合前述说明的规定	每500㎡设1组每工作班不少于2组	JTG/T F50
		抗压强度			GB/T 17671
2	实测弯沉值Ls(0.01mm)	代表值	≤路面竣工验收弯沉	每车道20m为1测点	TO951:左右轮迹同时检测
		单点合格率	≥95%		
		规定极值	≤1.2Ld		
3	注浆孔数量		符合设计要求	抽检30%	现场检查
4	注浆孔位偏差		±30mm	抽检20%	钢卷尺测量
5	注浆孔深		+50mm	抽检20%	钢卷尺测量
6	注浆压力（与设计参数比）		±10%	抽检100%	查记录表
7	道路表面抬升		≤5mm	抽检100%	水准仪

注：用于检查注浆材料抗压强度的试块，应在监理工程师的见证下，在改性地聚合物注浆的注浆搅拌地点随机抽取，取样与留置试块应符合下列规定：

（1）每拌制100盒（不足100盒，按100盒计），取样不得少于一次。

（2）每次取样应至少留置一组标准养护试块。同条件养护试块的留置组数应根据改性地聚合物注浆加固工程量确定，且不应小于3组。

注浆前后需对施工路段进行雷达检测对比，需确保注浆后雷达探测波形图平顺，显示路基注浆加固已密实，可同步对注浆段进行取芯，查看注浆密实情况。

5.3.10 其他施工注意事项

路基路面施工前必须认真消化设计文件，尤其对设计说明和图表中提及的施工要点要特别引起重视，对各个工序如路面铣刨开挖、病害范围划定和处治、验收复测、路面摊铺等，必须做好合理、有序、高效的施工组织，具体施工注意事项如下：

1、沥青混合料和水泥稳定碎石施工前必须进行相应混合料配比设计及相关性能试验，并在施工中严格控制，各种路用材料在检验合格后方可使用。

2、路面铣刨或开挖后路面结构状况与设计不符的，应及时反馈，经设计单位书面确认后，进行调整和动态设计。

3、路面施工过程中，必须要做好接缝处理工作，如原路面病害处治接缝、桥头过渡、路面拼接形成的接缝等，严格按照设计图纸的接缝处治要求进行施工。

4、路面施工应特别注意水的影响。防止层间（尤其是面层间）夹水施工，雨后下层应晾干后开始摊铺上层，露水应干燥后铺设上层。应准备足够的覆盖设备，防止基层和刚施工的面层受水淋湿或浸泡。具体还应注意以下事项：

（1）与气象部门保持密切联系，随时了解气象变化趋势，总结往年气候特征，尽量避开雨天施工。

（2）做好原材料及铣刨废料堆放场地的硬化、防水及排水措施，避免雨天备料，集料和铣刨废料堆放场地建议每档均设置防雨大棚，拌和楼冷料仓也应搭建防雨棚，以避免冷料受潮影响拌和楼生产效率和质量。

（3）沥青面层施工现场中应做好全面有效的雨天应急预案，在遇到雨水时应立即停止摊铺，加强对降雨趋势的观测，一旦遭遇降雨，立即将已摊铺但未来得及碾压的混合料进行覆盖遮雨，对于遭受雨淋温度降低超过要求的混合料应予以废弃。

（4）原底基层病害处理时，不得大面积开挖后再进行施工，以免路面结构被雨水浸泡。

5、未尽事宜按照相关交通运输部行业规范相关规定执行。

6 施工组织计划

6.1 施工期间交通组织

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。

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 200m 降低 20km/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，对于视距受限的弯道或纵坡段限速值为 20km/h。

2）警告区

警告区最小长度符合下表规定：

表 6.1-1 警告区最小长度要求

平曲线半径（m）	下坡坡度(%)	警告区最小长度（m）
≤200	0~3	1000
	>3	1200
≥200	0~3	800
	>3	1000

3）工作区

工作区长度不得超过 4km。

4）过渡区

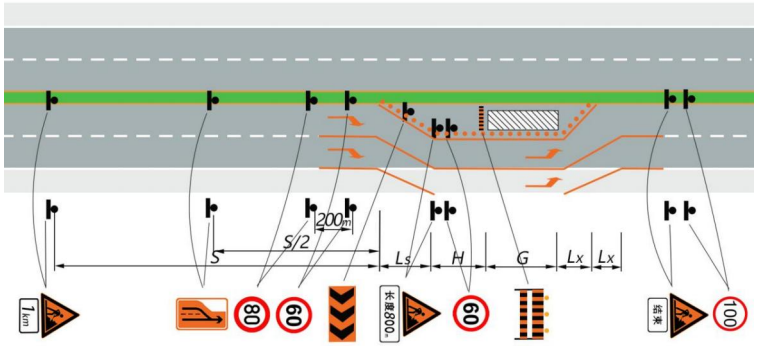
下游过渡区长度不宜≥30m。

5）终止区

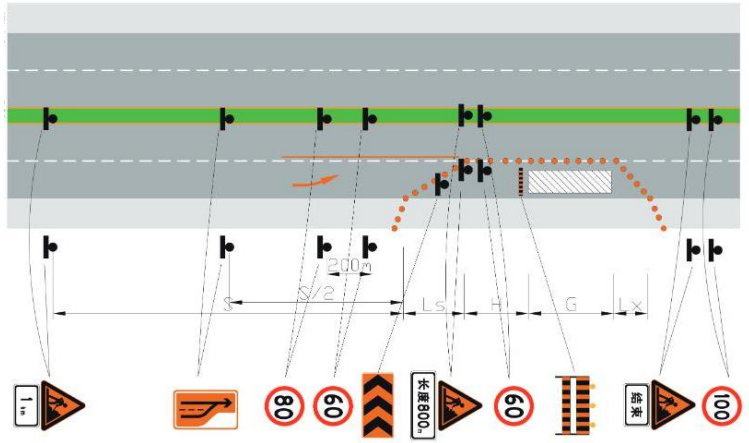
终止区长度不宜≥30m。

b.作业区布置

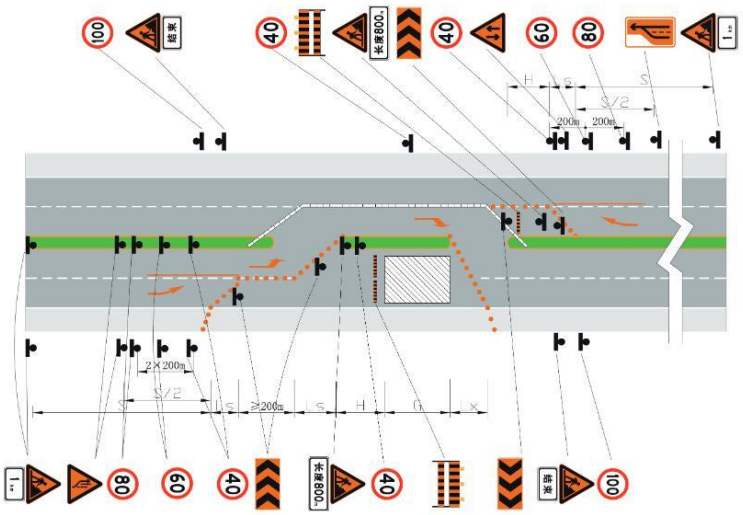
根据《道路交通标志和标线第 4 部分：作业区》（GB 5768.4-2017）、《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）和《江苏省国省道施工路段作业区布设示例图集》（试行）进行交通组织设计。**本项目采用“单车道封闭，其余车道通行”和部分区域“半幅封闭借用对向车道通行”相结合的交通组织方式。** 养护作业区布置如下图所示：



（1）封闭内侧车道养护作业

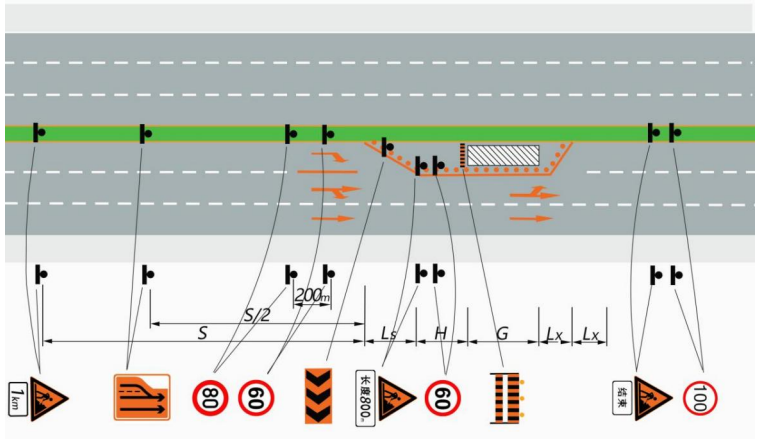


（2）封闭外侧车道养护作业

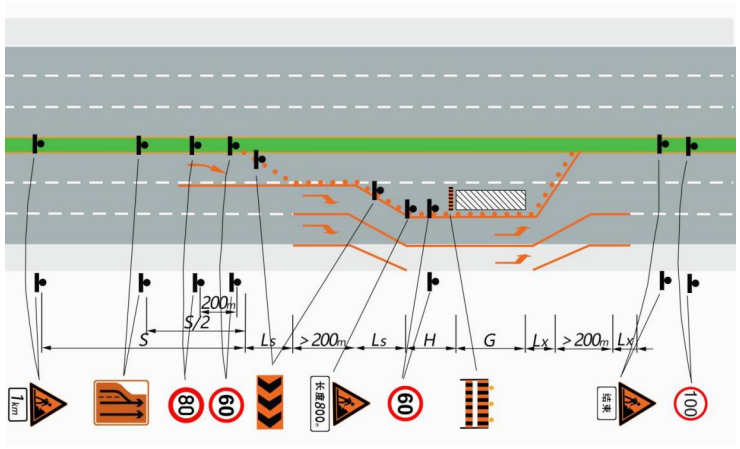


（3）借用对向车道通行养护作业

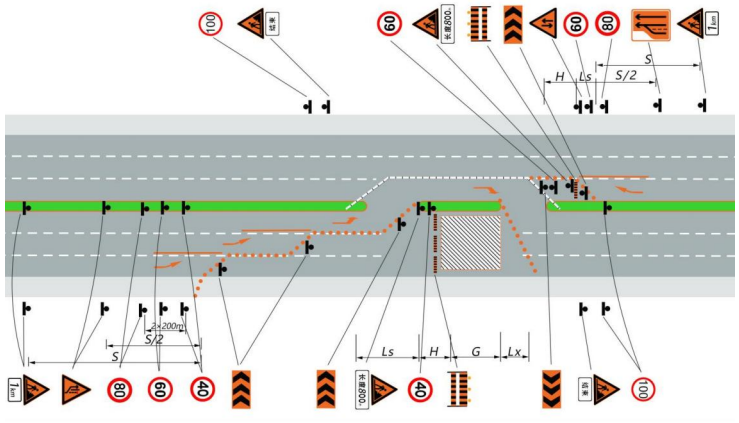
图 6.1-1 双向四车道施工组织示意图



（1）封闭内侧车道养护作业



（2） 封闭外侧车道养护作业



（3） 借用对向车道通行养护作业

图 6.1-2 双向六车道施工组织示意图

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。



图 6.1-3 双向交替通行的反向弯道路段作业

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）在合同段两端或操作段两端，每班两端各派一人值班，机动人员灵活调动。

（8）现场安全员配备对讲机，用于及时联系指挥车辆安全通行。

（9）施工现场应配备相关智能化主动预警设备，保证施工人员及设备安全。

3、信息发布和社会宣传

为使公路管理部门和使用者能够及时、准确和全面的了解到项目在改造期间交通信息。应加强对项目以及周边道路的交通流量、车速以及事故的信息采集。充分发挥信息科学和网络等多媒体的作用，并包括电台、电视台、报纸等媒体联合建立交通信息发布制度。

及时的信息发布机制：将项目的交通流量、路堵情况以及事故信息，通过电台、电视台、报纸等媒体及时发布，引导架乘人员选择新的路径。

4、交通应急预案

项目部及交通值班小组随时与业主、路政、公安、执法大队等部门保持联系，确保交通信息的及时准确。封闭施工路段在施工期间如出现意外情况，随时商请救援调派清障车及时排堵清障，保障通车路段的安全通行。若遇有不服从指挥，强行闯入等情况应及时制止，并取得有关部门的支持。

（1）项目部与值班小组间通讯畅通。

（2）施工项目设专职的交通安全员负责施工路段的标志管理和日常巡查工作，及时对施工路段的各种施工标志进行恢复、调整和增补，保证标志齐全有效，指示过往车辆安全通过施工路段。

（3）若车辆在管制段中途出现坏车及交通事故，在施工作业人员中预备应急抢险队，负责施工路段发生的一切交通事故的抢险工作，及时维护交通秩序，排除故障。或值班小组立即组织车辆间相互帮助，能拖移的尽快拖移，不能拖移的请驾驶员迅速与维修部门取得联系，及时修好。交通事故迅速请交警现场解决。

在施工中加强与当地政府、交警、路政的联系，做好协调工作，取得他们的支持与配合，必要时请求交警路政对该路段实行交通管制，使工程得以顺利进行。

6.2 施工安全措施

1、一般要求

承包人除应遵守《公路工程施工安全技术规程》、《公路筑养路机械操作规程》、《公路养护安全作业规程》的有关规定外，还应遵守有关指导安全、健康与环境卫生方面的法

规和规范，并应提供相应的安全装置、设备与保护器材及采取其他有效措施，以保护现场施工和监理人员的生命、健康及安全。

2、安全员

在本工程施工期间，承包人应在现场常设一名专职安全员，该专职安全员应经过培训具有担任安全工作的资格，且熟悉所施工的工作类型。其工作任务，包括制定健康保护与事故预防措施，并检查所有安全规则与条例的实施情况。驻地管理人员一律佩证上岗，安全员的佩证为红色以示醒目。

3、安全设施

公路养护安全设施包括临时标志、临时标线和其他安全设施。

（1）临时标志应包括施工标志、限速标志等，其使用应符合下列规定:

① 施工标志宜布设在警告区起点。

② 限速标志宜布设在警告区的不同断面处。

③ 解除限速标志宜布设在终止区末端。

④ “重车靠右停靠区”标志应用于控制大型载重汽车在特大、大桥和特殊结构桥梁上的通行。

（2）临时标线应包括渠化交通标线和导向交通标线，应用于长期作业的渠化交通或导向交通标线宜为易清除的临时反光标线。渠化交通标线应为橙色虚、实线;导向交通标线应为醒目的橙色实线。

（3）其他安全设施可包括车道渠化设施、夜间照明设施、语音提示设施、闪光设施、临时交通控制信号设施、移动式标志车、移动式护栏和车载式防撞垫等。

（4）车道渠化设施可包括交通锥、防撞桶、水马、防撞墙、隔离墩、附设警示灯的路栏等，其使用应符合下列规定：

① 交通锥形状、颜色和尺寸应符合现行《道路交通标志和标线》(GB5768)的有关规定，布设在上游过渡区、缓冲区、工作区和下游过渡区。布设间距不宜大于10m，其中上游过渡区和工作区布设间距不宜大于4m。

② 防撞桶颜色应为黄、黑相间，顶部可附设警示灯，下坡路段养护作业，宜布设在工作区或上游过渡区与缓冲区之间。使用前应灌水，灌水量不应小于其内部容积的90%。在冰冻季节，可采用灌砂的方法，灌砂量不应小于其内部容积的90%。

③ 水马颜色应为橙色或红色，高度不得小于40cm。

④ 防撞墙和施工隔离墩颜色成为黄、黑相间，宜布设在工作区或上游过渡区与缓冲区之间，并宜组合使用。

⑤ 附设警示灯的路栏颜色应为黄、黑相间，宜布设在工作区上游或过渡区与缓冲区之间。

⑥ 临时交通控制信号设施灯光颜色应为红、绿两种，可交替发光，可用于双向交替通行的作业区，宜布设在上游过渡区和下游过渡区。

4、事故报告

（1）无论何时，一旦发生危害工程安全、工程进度和工程质量的事故时，承包人除采取必要的抢救措施以外必须立即暂停此项目和与之有关的项目的施工。

（2）质量事故发生后，承包人必须以最快的方式，将事故的简要情况报监理工程师。在监理工程师初步确定安全、质量事故的类别性质后，按下述要求进行报告：

① 质量问题：承包人应在2天内书面上报监理工程师和业主。

② 一般质量事故：承包人应在3天内书面上报监理工程师和业主。

③ 重大质量事故：承包人必须在2h内速报监理工程师和业主。

6.3 防治扬尘污染及文明施工措施

1、基本要求

（1）“两区三厂”(生活区、办公区、预制厂、拌和厂、钢筋加工厂)努力实现“6个100%”治理工作，即实现100%工地周边围挡、100%物料堆放覆盖、100%土方开挖湿法作业、100%路面硬化、100%出入车辆清洗、100%渣土车辆密闭运输。

（2）定期对便道、施工面进行养护，做到对施工便道和扬尘路段经常洒水，抑制扬尘污染。重要国省道交叉路口两侧施工便道应进行硬化处理，硬化长度不少于50m；穿越城镇区域施工便道应硬化处理。

（3）运输建筑垃圾和工程渣土的车辆应当采取密闭或者其他措施，防止建筑垃圾和工程渣土抛撒滴漏，造成扬尘污染。

（4）土石方、拆除作业应设置喷淋、雾炮等洒水降尘设备，湿法作业。需爆破作业的，

应当在爆破作业区外围洒水喷湿。基坑开挖应及时支护，避免裸土长时间暴露产生扬尘。

（5）现场机具、设备、车辆冲洗、喷洒路面、绿化浇灌等用水，宜优先采用非传统水源，减少市政自来水的使用。

（6）油料等建筑材料储备地必须远离水体，采用罐装运输。沥青罐和危险废物储存间基础应采取防溢、防渗、防漏措施。

（7）加强对施工机械和施工船舶的日常养护，杜绝燃油、机油的跑、冒、滴、漏现象。

（8）施工现场严禁熔融沥青、焚烧塑料、垃圾等各类有毒有害物质和废弃物，不得使用煤、重油等高污染燃料。

（9）施工现场使用的装载机、推土机、挖掘机、打桩机、压路机、沥青摊铺机、叉车等非道路移动机械，必须达到国II及以上标准，并使用合格的油品。

（10）气象预报风速达到五级以上时，应当停止房屋或者其他建(构)筑物爆破或者拆除作业。

（11）鼓励建设单位和施工单位有条件的建立扬尘污染监测与超标报警系统，实现对交通重点工程施工期生态环境保护的信息化管理。

（12）其他相关法律法规规章规定应当遵守的内容。

2、扬尘污染防治有关要求、费用及措施

为贯彻落实《中华人民共和国大气污染防治法》、《江苏省大气污染防治条例》等有关大气污染防治法律法规规定，进一步规范交通项目施工扬尘污染防治工作，要求在各阶段的招标文件及设计文件中明确扬尘污染防治有关要求、费用及措施。

根据《省交通运输厅关于招标文件贯彻落实扬尘污染防治有关法律法规规定的指导意见》（苏交建〔2018〕17号）中的有关规定，在项目设计招标文件中应当要求设计单位在环保专项设计中进行扬尘污染防控设计，并将扬尘污染防治措施费用列入概预算。

施工现场扬尘污染的来源：房屋建设施工、道路与管线施工、物料运输、物料堆放、道路保洁、泥地裸露等活动中产生粉尘颗粒物，对大气造成的污染。

施工现场易产生扬尘污染的物料主要有:水泥、砂石、灰土、灰浆、灰膏、建筑垃圾、工程渣土等。

防治扬尘污染的相关措施如下：

1）施工区域的围栏封闭

根据规划红线范围，设置高度不低于2.2m的围墙，确保整个施工区域与外界充分隔离，围墙外侧作美化或绿化处理。建设施工工地出入口必须设立环境保护监督牌，注明项目名称、建设单位、施工单位、防治扬尘污染现场监督员姓名和联系电话、项目工期、环保措施、举报电话等内容。

2）运输车辆的防尘控制

在施工大门口设置冲洗设备、沉淀池及排水沟。施工运输车辆、挖掘机械等驶出工地前必须清除泥土作防尘处理，严禁将泥土、尘土带出工地。冲洗车辆产生的泥浆水应通过二级沉淀达到排放标准后，方可排入城市公共管网。沉淀池派专人定期进行清理，一般为2~3天清理一次。

3）施工场地的硬化处理

施工现场按平面布置要求做好主要道路、材料堆场、生活办公区域铺设混凝土路面工作，实行场地的硬化或绿化处理，确保无一处露土现象，以达到防尘控制要求。

4）道路清扫扬尘污染的控制

安排保洁人员数名(根据项目规模定数)佩戴标识，每日对施工现场的道路进行1~2次的清扫，清扫前对路面进行洒水。天气干燥或风力较大时，增加洒水频次，以保持路面的湿润。

5）建筑材料扬尘污染的控制

(1) 砂石设置专用池槽进行堆放，控制进料数量，做到随到随用，不大量囤积。堆放时做到堆积方正、底脚整齐干净，并将周边及上方拍平压实，然后用密目网罩进行覆盖。砂石料如过于干燥，应及时进行洒水；

(2)施工用的砖、砌块必须在指定场地进行堆放。进场后及时进行洒水湿润，定时由专人对堆放场地进行清扫。

(3)其他易飞扬物、细颗散体材料(如塑料泡沫、膨胀珍珠岩粉末等)，必须进行严密的遮盖或存放在不透风的仓库内，运输车辆要有防止泄漏、飞扬装置， 卸料时采取集中码放措施，以减少污染。

6）堆土防尘控制

建筑工程施工现场的弃土、弃料及其它建筑垃圾应及时清运，若在工地内堆置超过48小时，应密闭存放或及时用网或膜进行覆盖，防止风蚀起尘及水蚀迁移。

7）露天材料堆放扬尘污染的控制

（1）后场石料、铣刨料等原材料尽量安排库内存放。露天存放时要严密苫盖；附属工程使用石子，控制进料量，做到随到随用，不得大量囤积。

（2）黄砂、水泥必须堆积方正，底脚整齐、干净，并将周边及上方拍平压实，用密目网进行覆盖，如过分干燥，必须及时洒水。

（3）使用露天存放石料、铣刨料时禁止将所有遮盖的密目网全部打开，稍打开一角，用后拍平盖好。

8）垃圾及材料运输扬尘污染的控制

（1）施工产生建筑垃圾要集中点堆放并做覆盖、洒水等降尘措施；

（2）施工垃圾要及时清运，清运前，要适量洒水减少扬尘；

（3）垃圾及砂石等材料的运输，能导致在运输途中的撒、漏、扬等不良现象，造成扬尘污染和其它环境影响，必须实施控制。

（4）垃圾的清运和砂石材料的进场必须由车厢自动翻盖的车辆实施封闭运输，无此设备的车辆禁止进场运输。

（5）自动反倒时必须缓慢进行，禁止猛加油而造成排气管冲灰产生扬尘。

9）拌和场生产过程扬尘污染的控制

（1）原材料上力输送带安装防尘罩，短驳够到定时开启喷淋装置洒水降尘；

（2）生料仓上方安装防尘盖，装载机上料时，运载通道定时开启喷淋装置酒水降尘；

（3）拌和机放料口安装喷淋装置，翻仓放料时开启喷淋装置洒水降尘；

（4）合理设置运输车俩行驶路线，拌和场内车辆限速慢行，防止车速过快带起扬尘；

（5）后场拌合机生产过程中，开启雾炮机降尘，场地定时用洒水车洒水降尘；

（6）拌合场主要出入口安排专人清洗车辆轮胎及车身，道口清扫保洁。

10）前场施过程扬尘污染的控制

（1）铣刨作业前，对作业面进行洒水或冲洗，铣刨时，根据现场情况合理调整铣刨机的供水量，减少铣刨产生的灰尘;

（2）铣刨过后，及时安排设备、人员清扫，根据现场情况洒水降尘或冲洗路面;

（3）下封层施工时，禁止使用易产生扬尘的吹风机清洁路面;

（4）水稳摊铺、沥青摊铺、铣刨施工作业时，重点控制运输车辆行驶速度，施工区域出入口安排专人清扫保洁。

扬尘污染防治的具体费用，可根据《中华人民共和国大气污染防治法》、《江苏省大气污染防治条例》等相关文件、标准及规范中的要求，选取合理的防治措施，对其费用进行专业估算。

6.4 施工准备工作的意见

1、本项目工期紧迫，质量要求高，正式开工前做好熟悉施工图纸工作，做好标段总体和各重难点工程的施工组织设计并报监理工程师审批。

2、施工准备期间需要做好材料供应计划，按照计划安排，施工准备期间必须做好施工所需的所有材料、油料、火工材料和机械设备的备品备件的储运工作。

3、施工准备期间主要进行生产、生活用临时房屋场地布置与建设；施工设备、人员的进场准备。同时施工准备工作还包括：熟悉设计图纸并组织图纸会审；编制实施性施工组织设计；进行技术交底；施工供水、供电、消防、排污配套设施的安装等。

7 节能环保

7.1 节能环保的施工要求

在工程实施过程中，应执行以下环境保护规定：

（1）施工组织方案中应当编制扬尘污染防治专项方案，按照相关规范明确扬尘污染防治目标、管控措施，扬尘污染防治专项费用单列计入项目投标报价。

（2）施工单位在工程施工中应严格遵守国家及地方生态环境保护相关法规规定，采取有效措施预防和消除施工产生的环境污染；保护工程红线范围外土地与植被，规避因施工污染造成业主索赔、行政处罚风险。

（3）施工现场生产、生活临时设施建设满足环保管控要求，主动接受属地政府及生态环境、住建、交通等主管部门监督检查。

（4）施工单位施工期间强化环境保护管理，保持场地整洁，落实扬尘管控、物料密闭运输，杜绝物料沿途遗撒。裸露场地采取硬化、碎石覆盖或常态化洒水抑尘措施，避免扬尘污染周边农田植被；施工道路保持整洁，场地内无积水、垃圾杂物及大面积可见浮尘。

（5）道路清扫作业应防范二次扬尘，清扫车辆集尘槽配套喷淋抑尘装置；喷淋、洒水设施定期检修维护，设施故障未修复的清扫车辆禁止开展清扫作业。路面清扫产生的垃圾不得随意倾倒，统一转运至指定消纳场地或合规垃圾处治场所。

（6）施工现场易扬尘物料分类集中堆放，物料堆场周边设置连续封闭围挡，并采用防尘布等材料全覆盖。严禁散体物料直接堆放在公路路面上，路面临时堆放散料必须铺设彩条布等隔离防渗材料。物料堆放高度按照属地扬尘管控相关规定执行。

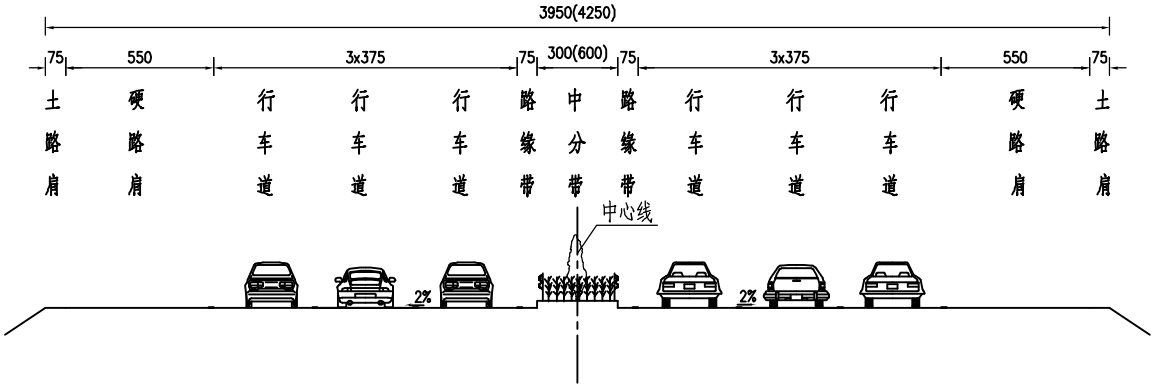
（7）沥青混合料采用集中场站拌和，拌和设备污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）、《沥青混合料搅拌站绿色生产技术要求》（JT/T1539-2025）；地方发布更严格排放标准时优先执行地方标准。

（8）施工单位采取技术与管理措施最大限度降低施工噪声。施工噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）。夜间（22:00至次日6:00）确需组织施工作业的，应按规定提前办理夜间施工许可，落实降噪措施，严控高噪声机械夜间作业，减少扰民影响。

（9）施工、生活产生的污水、废水集中收集处治，经处理达标后方可排放，排放水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；若存在行业专项标准或地方流域排放标准，从严执行。

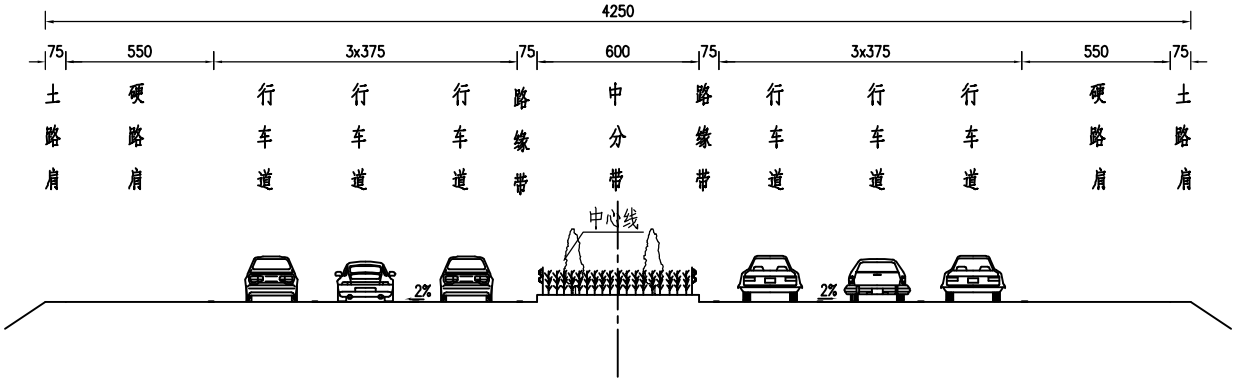
G523路基标准断面图

K25+845~K30+930段



S238路基标准断面图

K55+027~K57+699段



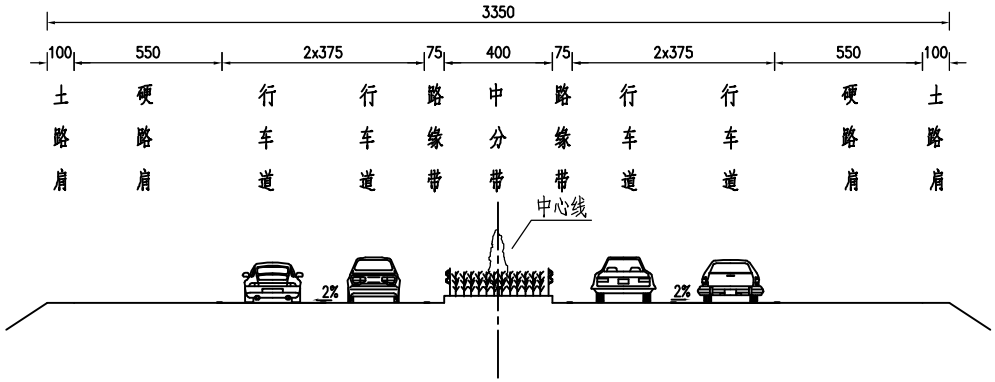
附注：

1、图中尺寸以厘米计。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路基标准横断面图	设计	复核	审核	图号 SI-3	镇江市交通规划设计院有限公司

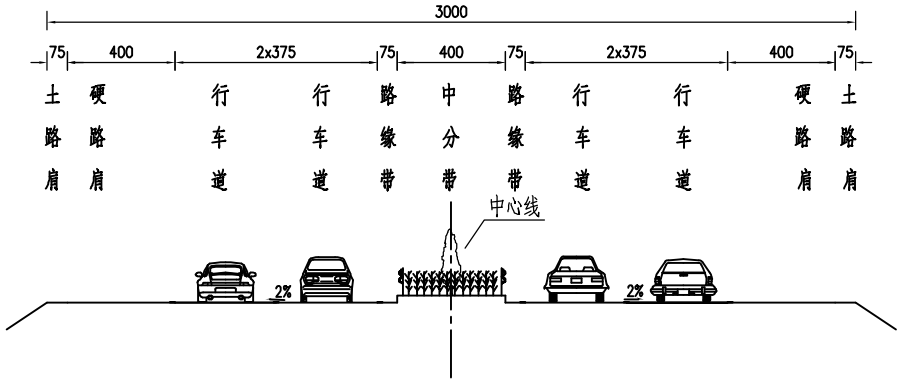
S238路基标准断面图(一)

K57+699 ~K67+198段



S238路基标准断面图(二)

K73+000~ K78+624段



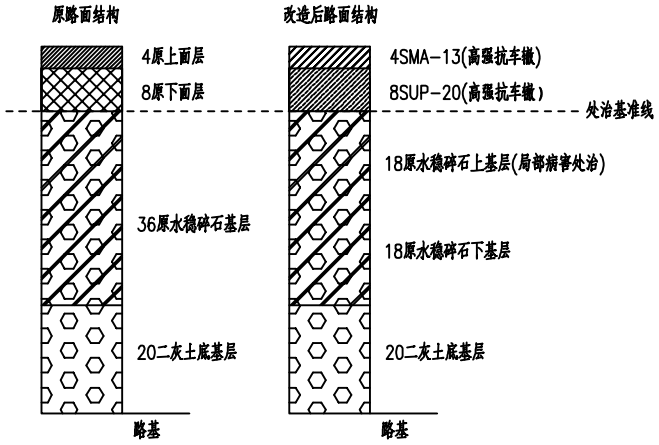
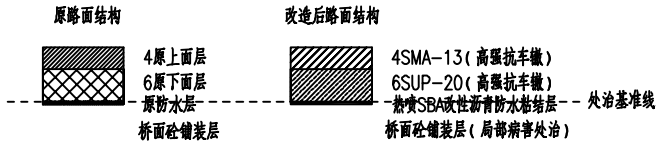
附注:

1、图中尺寸以厘米计。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路基标准横断面图	设计	复核	审核	图号 SI-3	镇江市交通规划设计院有限公司

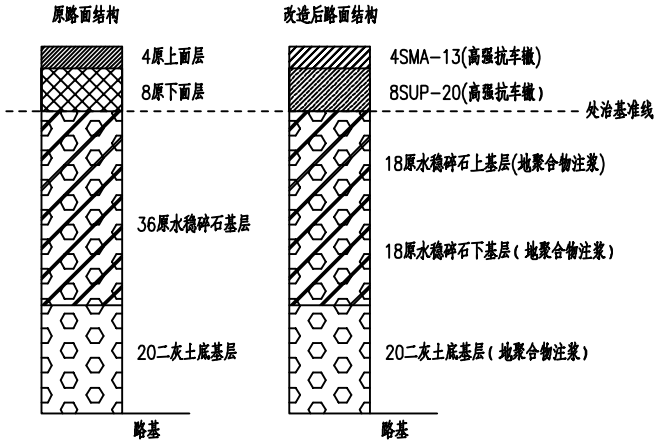
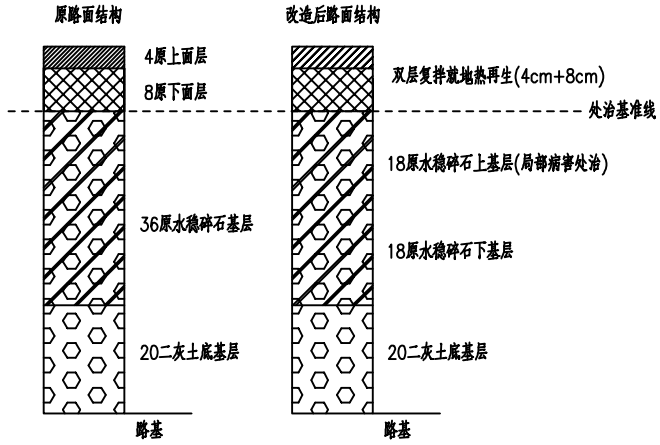
序号	路线编号	桩　号	长度	位置	方案编号	新建路面工程量						局部病害处治工程量												原热熔标线铣刨	铣刨上面层	铣刨下面层	铣刨老路基层	凿除桥面原水泥铺装层	安全措施	备注
						4cmSMA-13高强抗车辙上面层	（4+8）cm双层就地热再生（掺高强抗车辙剂）	8/6cm高强抗车辙SUP-20下面层	不粘轮乳化沥青粘层	改性乳化沥青封层	热喷SBS改性沥青防水粘结层	50cm抗裂贴	4cm SMA-13高强抗车辙上面层	不粘轮乳化沥青粘层	8cm高强抗车辙SUP-20下面层	改性乳化沥青封层	18cm免养水稳碎石基层	地聚合物注浆	密封胶	树脂封闭胶	裂缝灌注胶	钢筋除锈	轻质树脂砂浆	10cmC50防水砼						热熔标线	
			m			m^3	m^2	m^3	m^2	m^2	m2	m^2	m^3	m^2	m^3	m^2	m^3	m^2	m	m	m	m^2	m^3	m^3	m^2	m^3	m^3	m^3	m^3	m^2	
1	G523	K30+860~K30+910	50	上行第四车道	方案Ⅰ	7.8		15.6	195.0	195.0		12.5					7.0		7.5							7.8	15.6	7.0		28.8	平交口
2	G523	K30+910~K30+930	20	上行第三、四车道	方案Ⅰ	5.9		11.8	148.0	148.0		10.0					5.3		6.0							5.9	11.8	5.3		33.1	平交口
3	G523	K25+845~K25+920	75	下行第三、四车道	方案Ⅰ	22.2		44.4	555.0	555.0		37.5					20.0		22.5							22.2	44.4	20.0		70.5	平交口
4	S238	K55+027~K55+250	223	上行第三车道	方案Ⅲ		925.5					16.7	1.9	48.6	3.1	39.3	6.0		33.5						152.9	1.9	3.1	6.0		152.9	/
5	S238	K60+660~K60+755	95	上行第三车道	方案Ⅰ	15.8		31.5	394.3	394.3		23.8					14.2		14.3							15.8	31.5	14.2		61.4	平交口
6	S238	K62+685~K62+750	65	上行第二车道	方案Ⅰ	12.7		25.5	318.5	318.5		16.3					11.5		9.8							12.7	25.5	11.5		30.4	平交口
7	S238	K62+750~K62+855	105	上行第三、四车道	方案Ⅰ	33.2		66.4	829.5	829.5		52.5					29.9		31.5							33.2	66.4	29.9		90.8	平交口
8	S238	K62+855~K62+985	130	上行第二车道	方案Ⅱ	21.6		43.2	539.5	539.5		32.5					19.4	624.0	39.0							21.6	43.2	19.4		61.7	/
9	S238	K74+190~K74+250	60	上行第二车道	方案Ⅰ	10.0		19.9	249.0	249.0		15.0					6.7		9.0							10.0	19.9	6.7		28.9	/
10	S238	K74+330~K74+420	90	上行第二车道	方案Ⅰ	14.9		29.9	373.5	373.5		22.5					10.1		13.5							14.9	29.9	10.1		37.6	/
11	S238	K77+110~K77+300	190	上行第二车道	方案Ⅰ	31.5		63.1	788.5	788.5		47.5					21.3		28.5							31.5	63.1	21.3		82.6	平交口
12	S238	K57+440~K57+700	260	下行第三车道	方案Ⅰ	43.2		86.3	1079.0	1079.0		65.0					29.1		39.0							43.2	86.3	29.1		150.2	/
13	S238	K74+805~K74+830	25	下行第二、三车道	方案Ⅰ	7.9		15.8	197.5	197.5		12.5					7.1		7.5							7.9	15.8	7.1		34.1	平交口
14	S238	K74+830~K74+860	30	下行第二、三车道	方案Ⅰ	9.5		14.2	237.0		237.0									33.0	9.9	0.2	0.1	0.5		9.5	14.2	0.0	0.5	50.4	平交口（高明桥）
15	S238	K74+860~K74+880	20	下行第二、三车道	方案Ⅰ	6.3		12.6	158.0	158.0		10.0					5.7		6.0							6.3	12.6	5.7		26.6	平交口
16	S238	K74+880~K74+945	65	下行第三车道	方案Ⅰ	10.8		21.6	269.8	269.8		16.3					7.3		9.8							10.8	21.6	7.3		27.9	/
		合计	1503.0			253.3	925.5	501.8	6332.0	6095.0	237.0	390.5	1.9	48.6	3.1	39.3	200.6	624.0	277.2	33.0	9.9	0.2	0.1	0.5	152.9	255.1	505.0	200.6	0.5	967.8	

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	主要工程量表	设　计	复　核	审　核	图　号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-4	

自然区别	IV_2	
适用范围	G523、S238项目路段	K74+830～K74+860（惠明河桥）桥面车辙路段
	车辙病害路段	车辙病害
结构代号	方案Ⅰ	方案Ⅰ
图式		
新建路面结构厚度(cm)/路面抬高厚度(cm)	12/0	(11/12)/0

附注：1、图中尺寸均以厘米为单位。

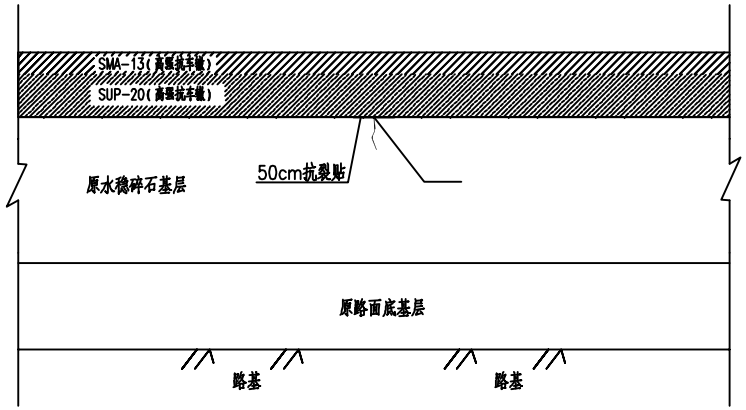
镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面结构设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-5	

自然区别	IV_2	
适用范围	S238上行K62+855~K62+985第二车道	S238 上行K55+027~K55+250第三车道
	车辙、唧浆病害	平整度差，局部车辙严重
结构代号	方案Ⅱ	方案Ⅲ
图式		
新建路面结构厚度(cm)/路面抬高厚度(cm)	12/0	12/0

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面结构设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-5	

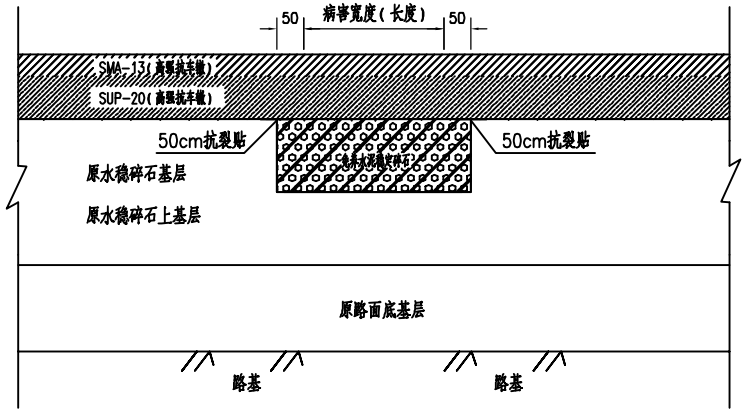
方案Ⅰ/Ⅱ局部病害处治设计(一)

上基层出现裂缝,顺直无次生病害



方案Ⅰ/Ⅱ局部病害处治设计(二)

上基层出现松散、破碎、沉陷等病害



附注:

1、图中尺寸均以厘米为单位。

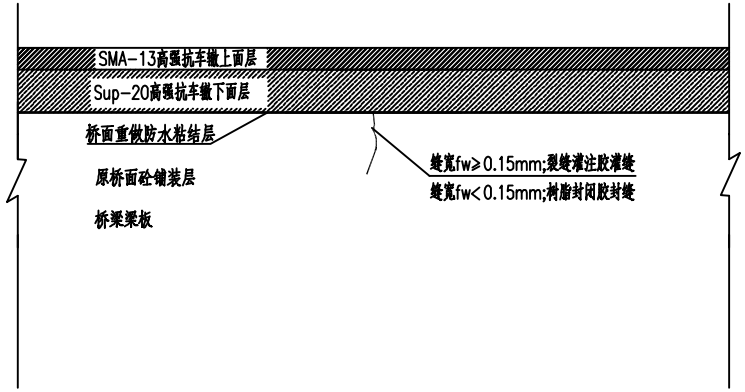
2、图一适用于方案Ⅰ/Ⅱ铣刨原沥青面层后,若基层存在顺直裂缝病害时的病害处治示意图。

3、图二适用于方案Ⅰ/Ⅱ铣刨原沥青面层后,若基层出现松散、破碎、沉陷等病害时的病害处治示意图。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目 (扬中市G523、S238部分路段路面专项维修)	路面病害处治设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

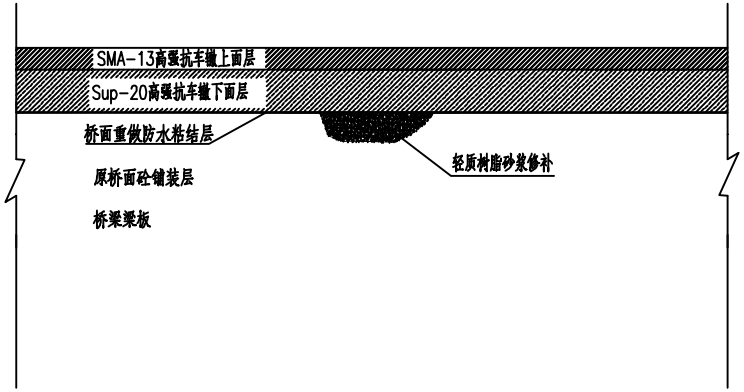
局部病害处治设计（一）

原桥面砼铺装层，出现裂缝病害



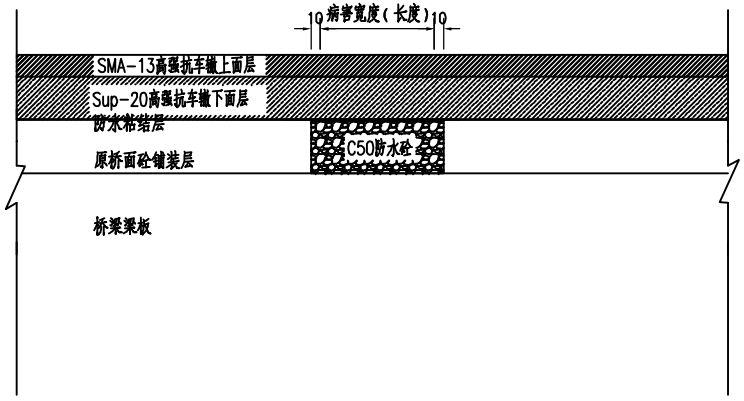
局部病害处治设计（二）

原桥面砼铺装层出现轻微破损、露筋等病害



局部病害处治设计（三）

原桥面砼铺装层出现明显破损、松散等病害



附注：

1、图中尺寸均以厘米为单位,适用于桥面采用方案Ⅰ养护时的病害处治方案图；。

2、图一适用于，桥面铣刨原沥青铺装层后，原桥面砼铺装层，出现裂缝病害时的病害处治方案图；

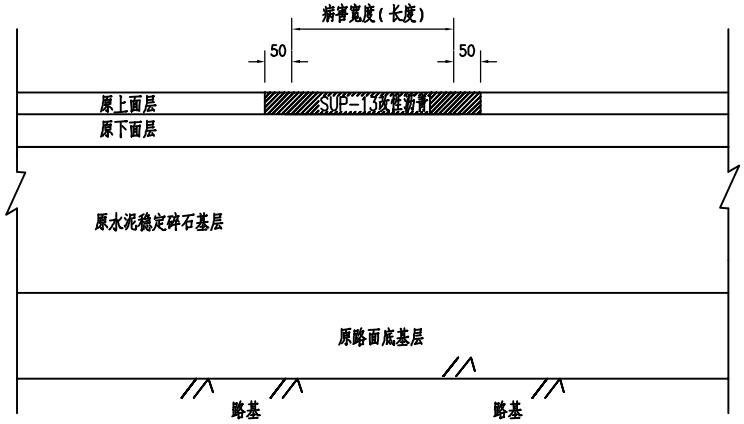
3、图二适用于，桥面铣刨原沥青铺装层后，原桥面砼铺装层，出现轻微破损、露筋等病害时的病害处治方案图。

4、图三适用于，桥面铣刨原沥青铺装层后，原桥面砼铺装层，出现明显破损、松散等病害时的病害处治方案图。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面病害处治设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

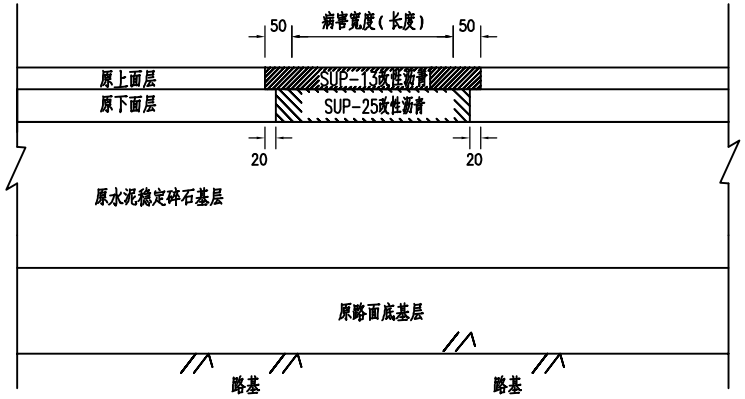
方案Ⅲ局部病害处治设计（一）

仅上面层出现松散、破碎、沉陷等面积类病害



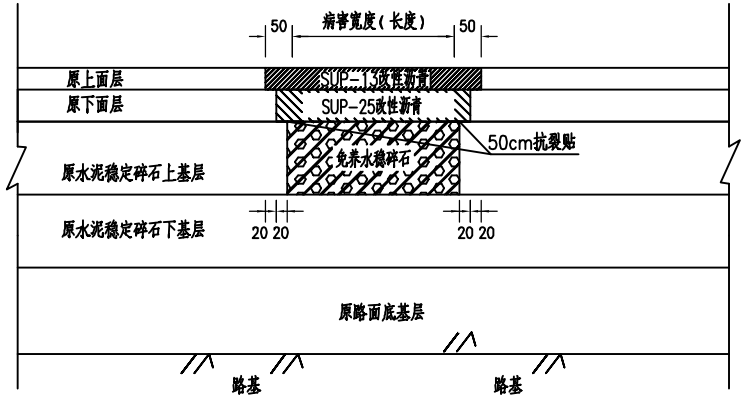
方案Ⅲ局部病害处治设计（二）

面层均出现松散、破碎、沉陷等面积类病害



方案Ⅲ局部病害处治设计（三）

面层、基层出现松散、破碎、沉陷等面积类病害



附注：

1、图中尺寸均以厘米为单位，适用于路面采用方案Ⅲ养护时的病害处治方案图。

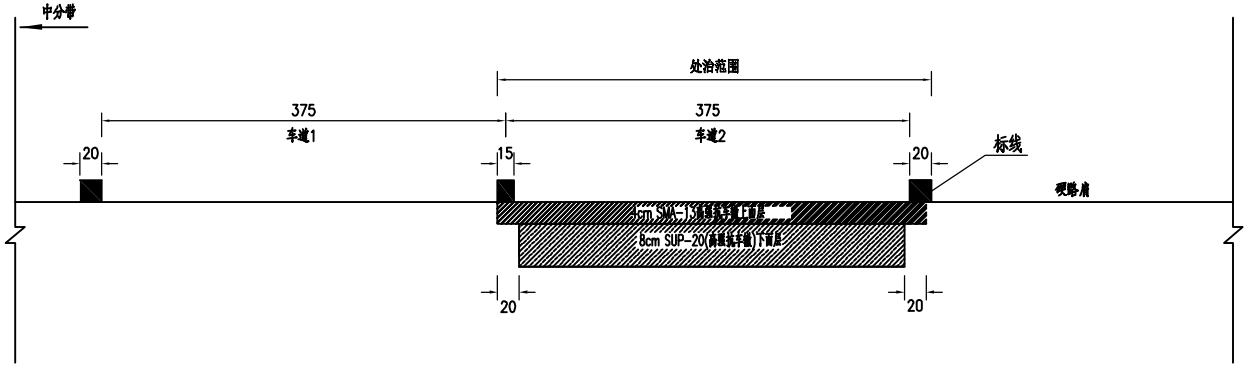
2、图一适用于路面存在松散、破碎、坑槽等病害时，铣刨上面层后下面层无松散、破碎、沉陷等病害时的病害处治方案图。

3、图二适用于，路面存在松散、破碎、坑槽等病害，铣刨上面层后下面层也存在松散、破碎、坑槽等病害时的病害处治方案图。

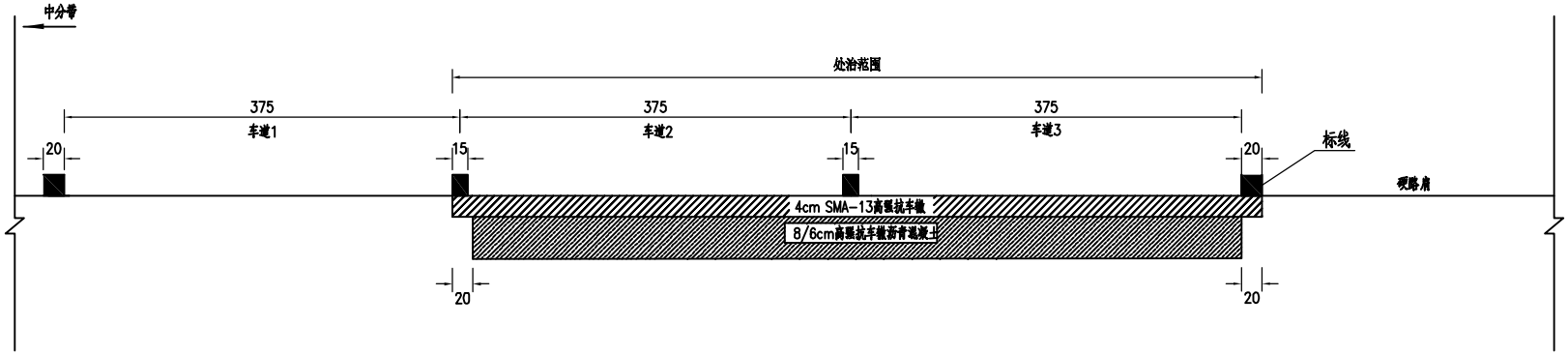
4、图三适用于，路面存在松散、破碎、坑槽等病害，铣刨原沥青面层后，基层也存在松散、破碎、坑槽等病害时的病害处治方案图。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面病害处治设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

方案Ⅰ养护处治范围横断面图（一）



方案Ⅰ养护处治范围横断面图（二）



附注：

1.本图尺寸以厘米计。

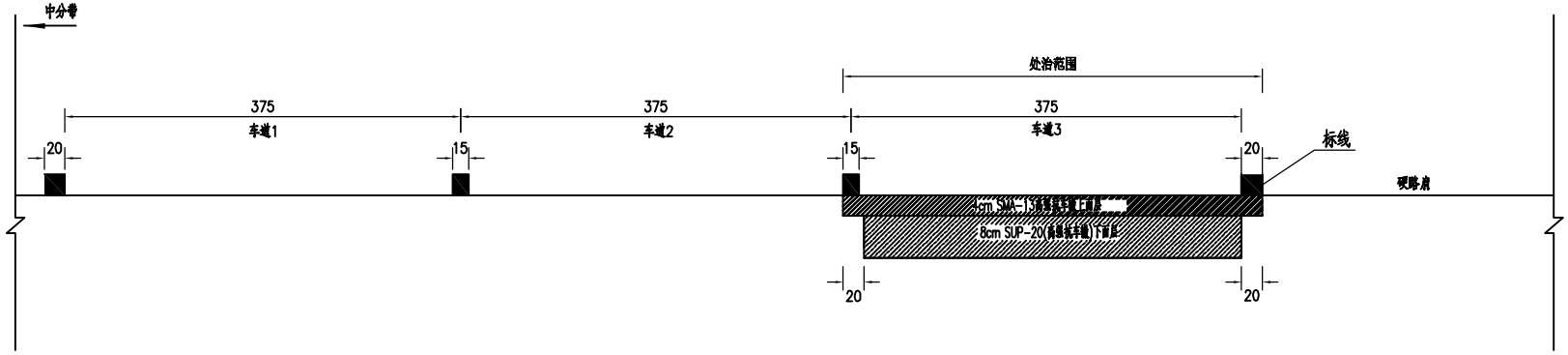
2.图一适用于路面按方案Ⅰ处治第二车道维修方案横断面示意图。

3.图二适用于路面按方案Ⅰ处治第二、三车道维修方案横断面示意图。

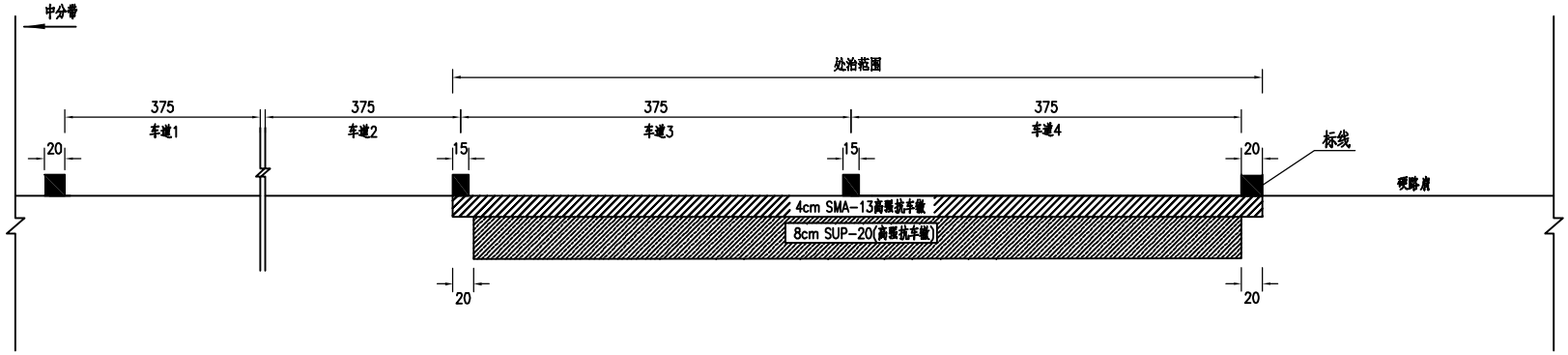
4.新旧路面搭接处，回铺前槽壁应洒布不粘轮乳化沥青，以保证结构耐久。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面病害处治设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

方案Ⅰ养护处治范围横断面图（三）



方案Ⅰ养护处治范围横断面图（四）



附注：

1.本图尺寸以厘米计。

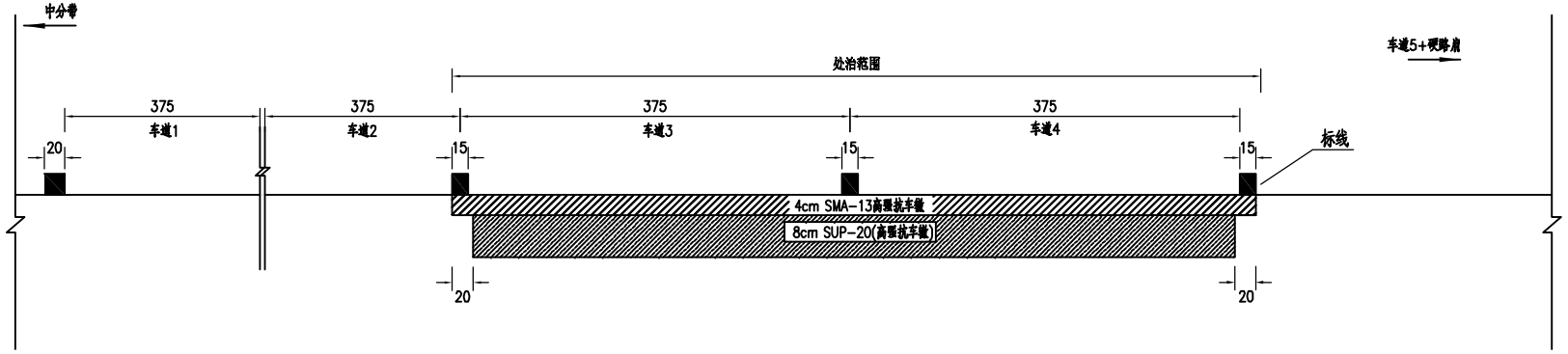
2.图三适用于路面按方案Ⅰ处治第三车道维修方案横断面示意图。

3.图四适用于路面按方案Ⅰ处治第三、四车道维修方案横断面示意图。

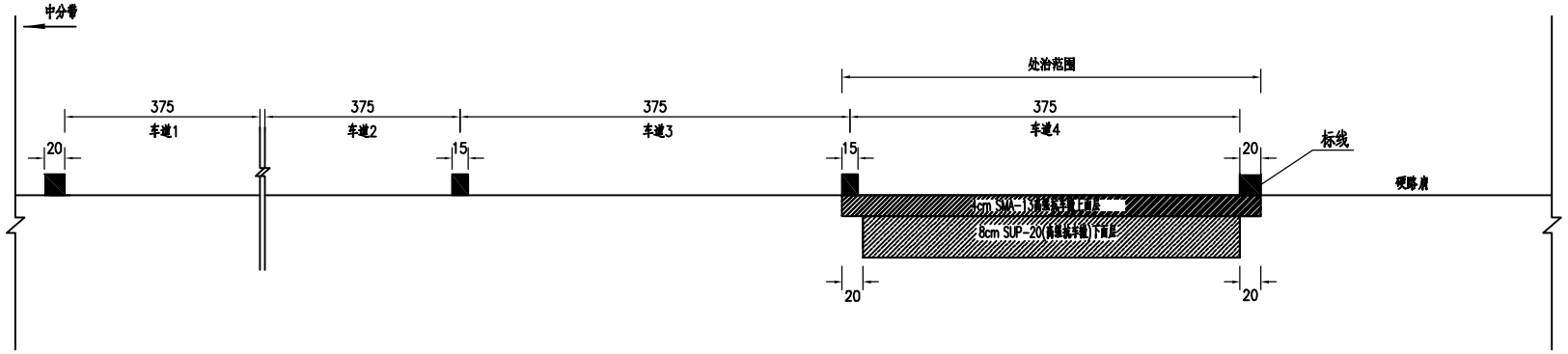
4.新旧路面搭接处，回铺前槽壁应洒布不粘轮乳化沥青，以保证结构耐久。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面病害处治设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

方案Ⅰ养护处治范围横断面图（五）



方案Ⅰ养护处治范围横断面图（六）



附注：

1.本图尺寸以厘米计。

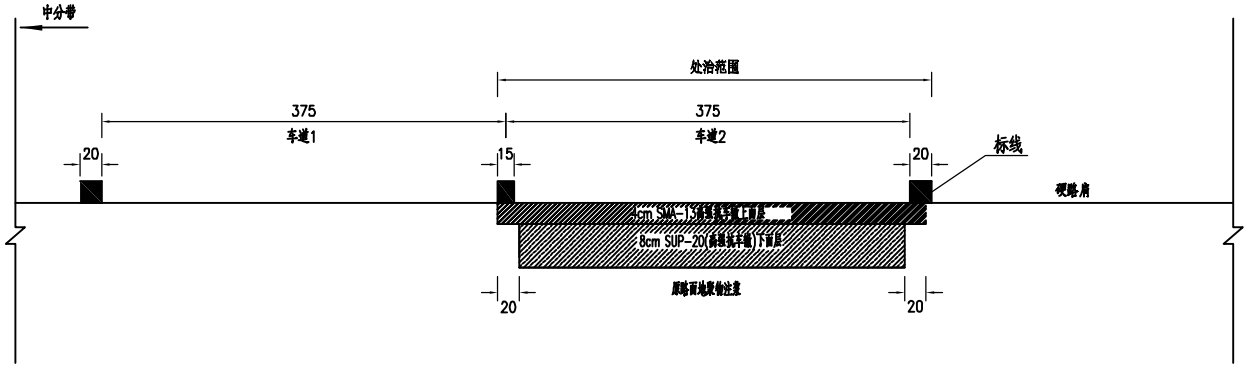
2.图五适用于路面按方案Ⅰ处治第三、四车道维修方案横断面示意图。

3.图二适用于按方案Ⅰ处治第四车道维修方案横断面示意图。

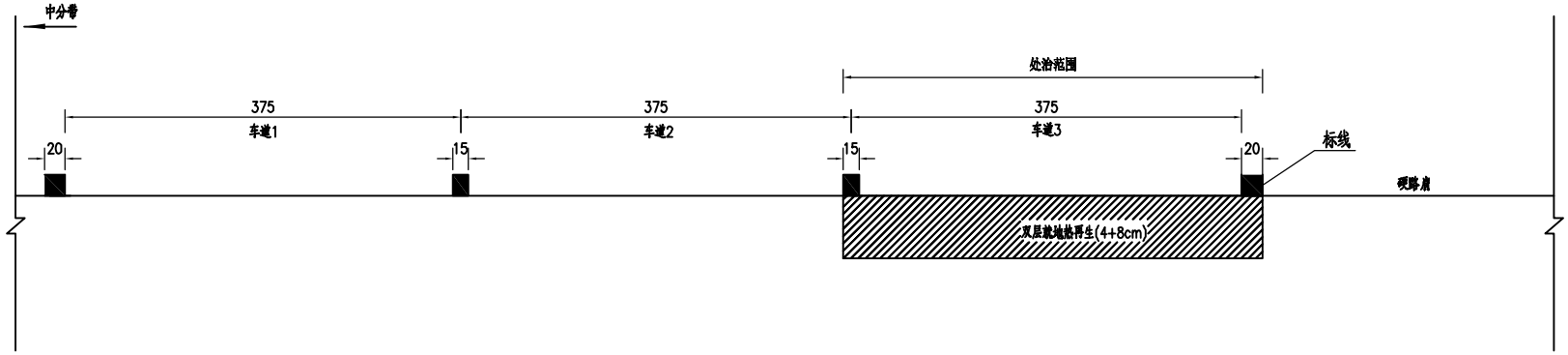
4.新旧路面搭接处，回铺前槽壁应洒布不粘轮乳化沥青，以保证结构耐久。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面病害处治设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

方案Ⅱ养护处治范围横断面图



方案Ⅲ养护处治范围横断面图



附注：

1.本图尺寸以厘米计。

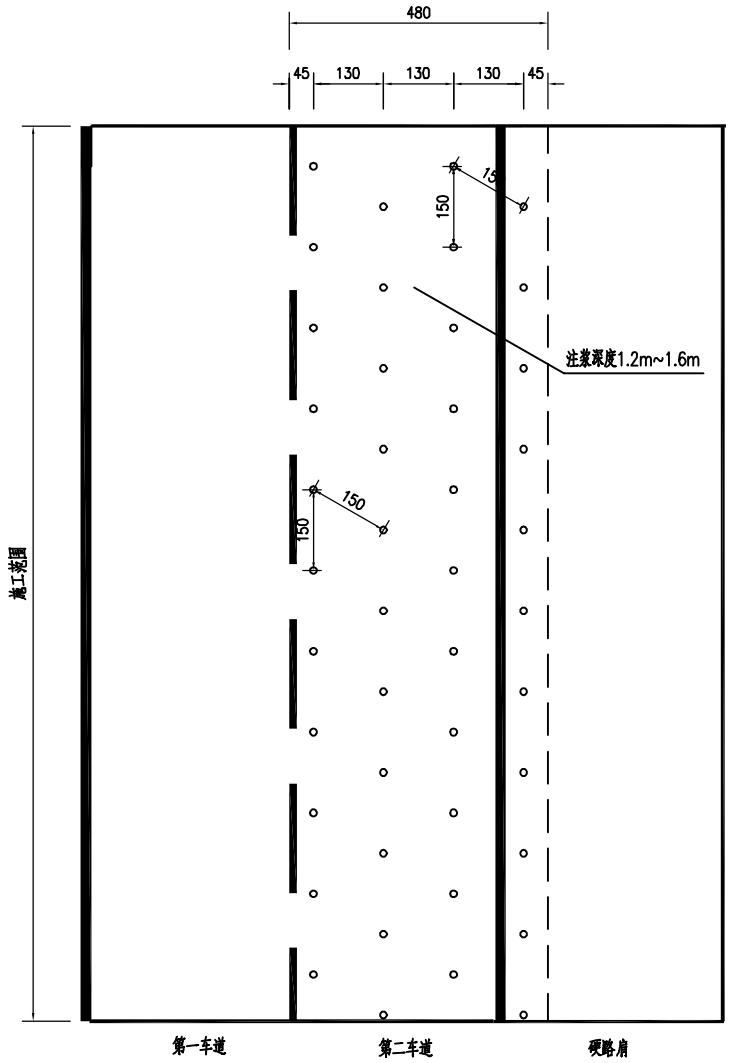
2.上图适用于方案Ⅱ处治第二车道维修方案横断面示意图。

3.下图适用于方案Ⅲ处治第三车道维修方案横断面示意图。

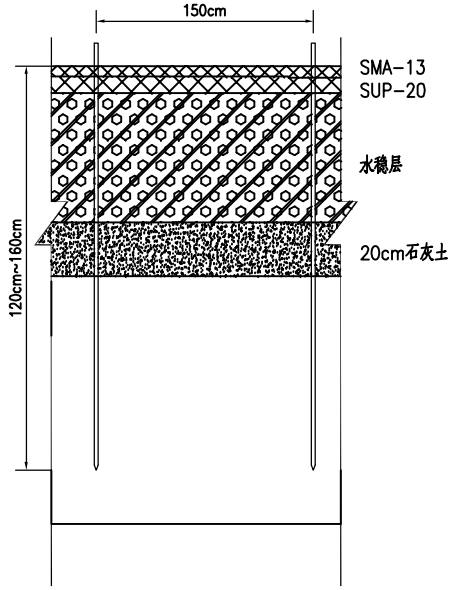
4.新旧路面搭接处，回铺前槽壁应洒布不粘轮乳化沥青，以保证结构耐久。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目 （扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面病害处治设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

注浆孔平面布置图



地聚合物注浆剖面图



附注：

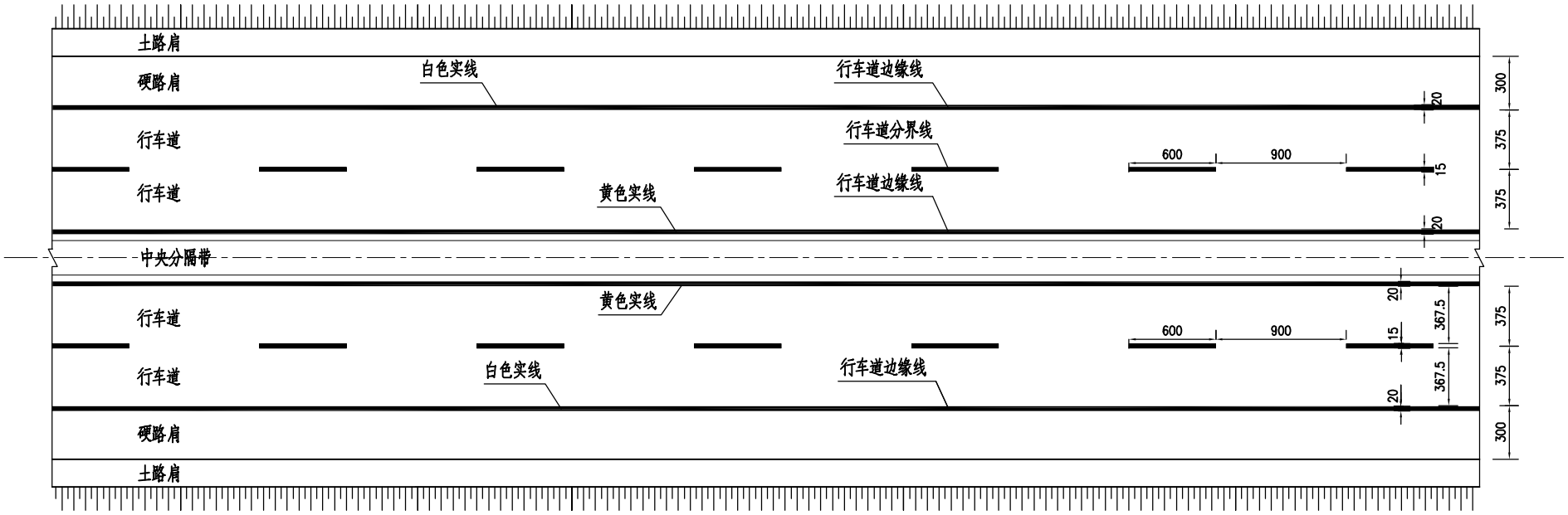
1、图中尺寸除注明外，均以厘米为单位。

2、推荐注浆深度路面向下1.2m~1.6m，实际注浆深度由注浆前雷达检测病害深度综合决定，深浅交替布置。

3、该图适用于S238 K62+855~K62+985段，地聚合物注浆处治 。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	路面病害处治设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-6	

一般路段标线布置图



附注：

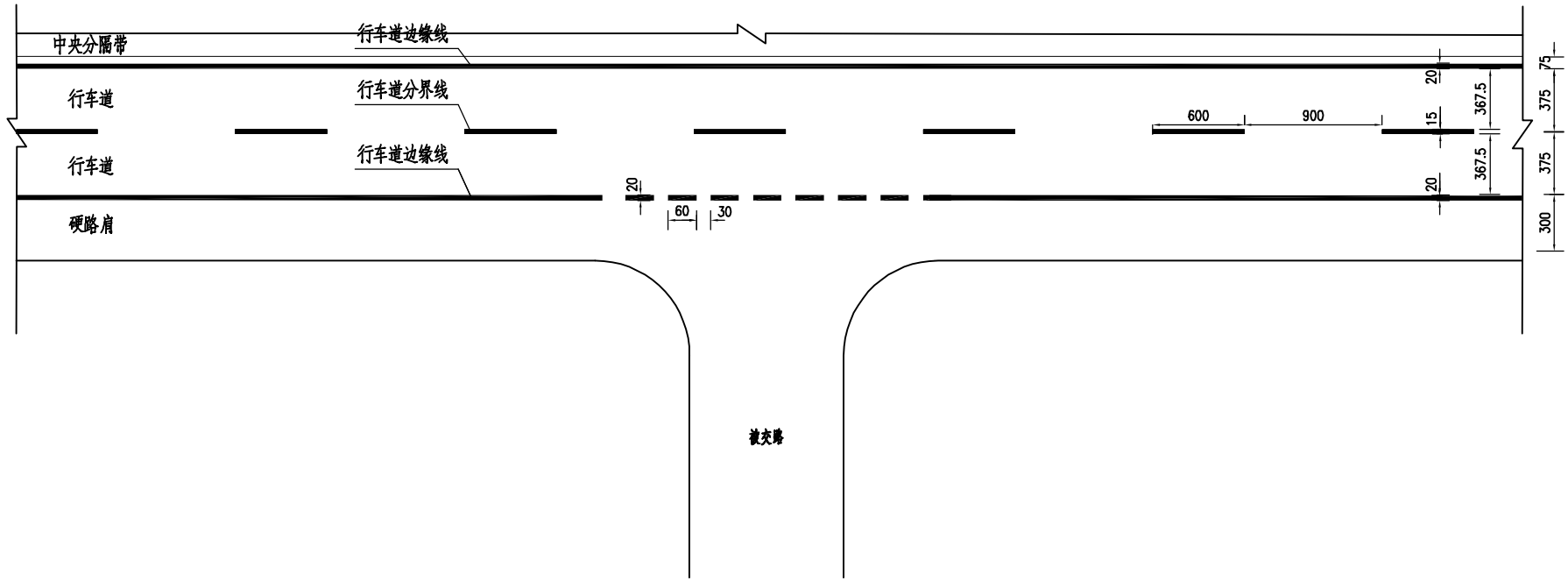
1.本图尺寸以厘米计。

2.连续设置的纵向标线，为方便路面横向排水，每15m设置排水缝，排水缝宽为5cm。

3.根据GB 5768.3-2025，设置于行车方向右侧的车道边缘线应为白色，设置于行车方向左侧的车道边缘线应为黄色，线宽20cm的实线。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

路侧开口标线设置



附注：

1.本图尺寸以厘米计，适用于双向四车道路段。

2.根据GB 5768.3-2025,车行道边缘虚线的线段长度60cm、间隔30cm。

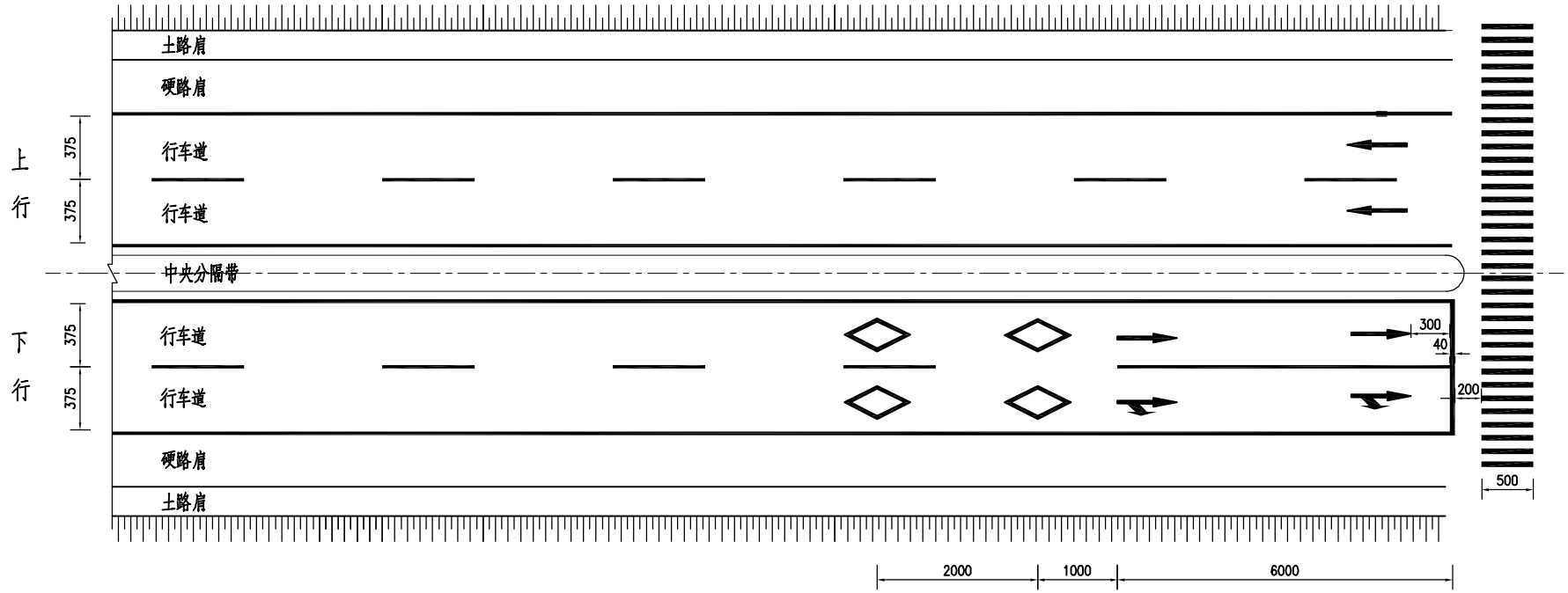
3.标线为热熔反光标线,设置时注意区分设置位置的不同。

4.本图适用于沿线小路与主线的连接，连接处用密虚线表示。

5.根据老路实际设置情况恢复。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

人行横道处路面标线布置图（无红绿灯控制）

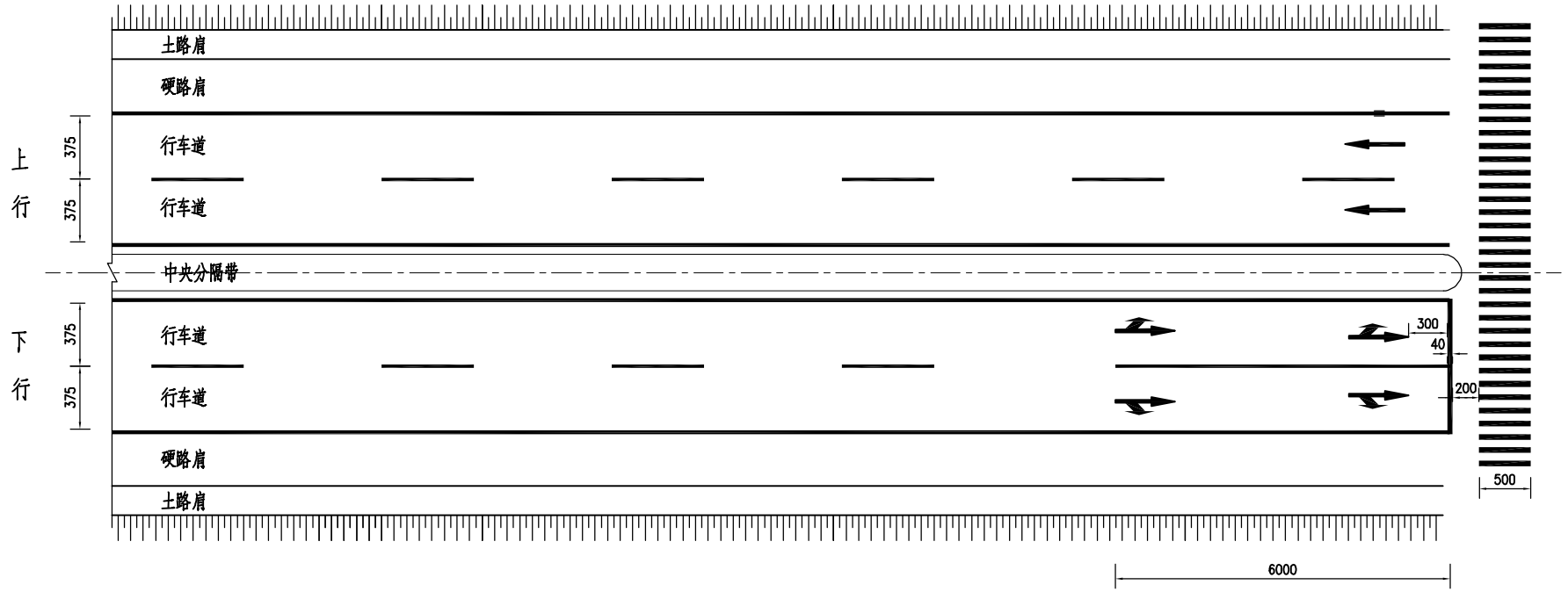


附注：

1.本图尺寸以厘米计，适用于双向四车道路段。
2.标线为热熔标线，并加反光材料。
3.标线的具体尺寸见国标（GB5768.3-2025）。
4.导向箭头和等待区长度根据实际情况恢复。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号 SI-7	镇江市交通规划设计院有限公司

非渠化交叉口路面标线布置图（有红绿灯控制）

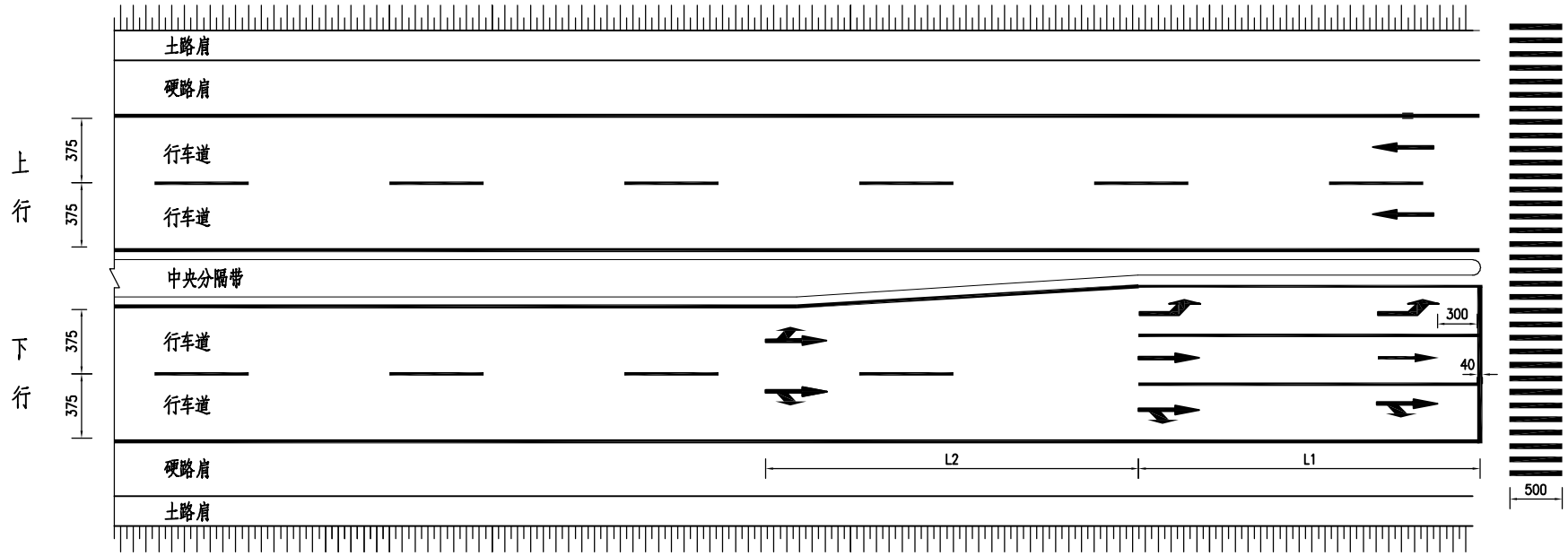


附注：

1.本图尺寸以厘米计，适用于双向四车道路段。
2.标线为热熔标线，并加反光材料。
3.标线的具体尺寸见国标（GB5768.3-2025）。
4.导向箭头根据实际情况恢复。
5.交通量较大的平交口，可适当延长停车等待区。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

渠化交叉口路面标线布置图（有红绿灯控制）

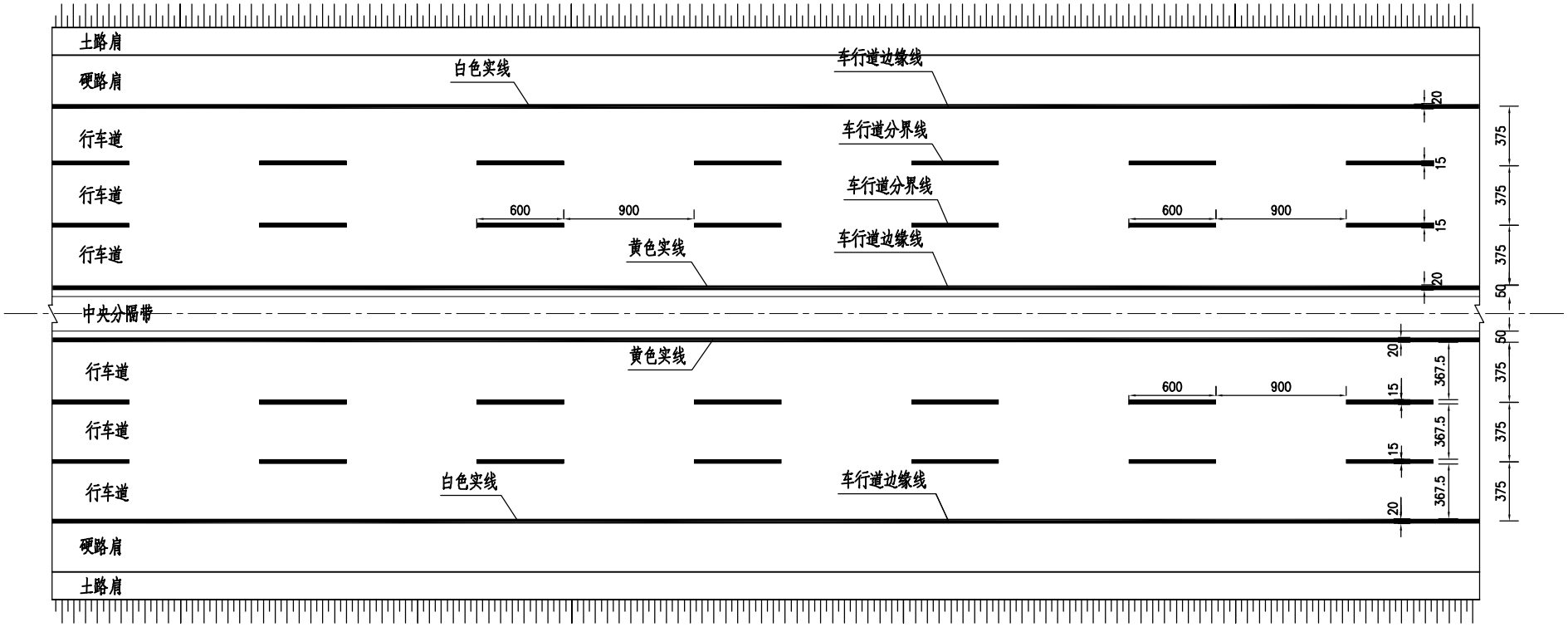


附注：

1.本图尺寸以厘米计，适用于双向四车道路段。
2.标线为热熔标线，并加反光材料。
3.标线的具体尺寸见国标（GB5768.3-2025）。
4.L1、L2和导向箭头根据实际情况恢复。
5.平交口等待区、渐变段长度和车道宽度按现状进行恢复。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

一般路段标线布置图



附注：

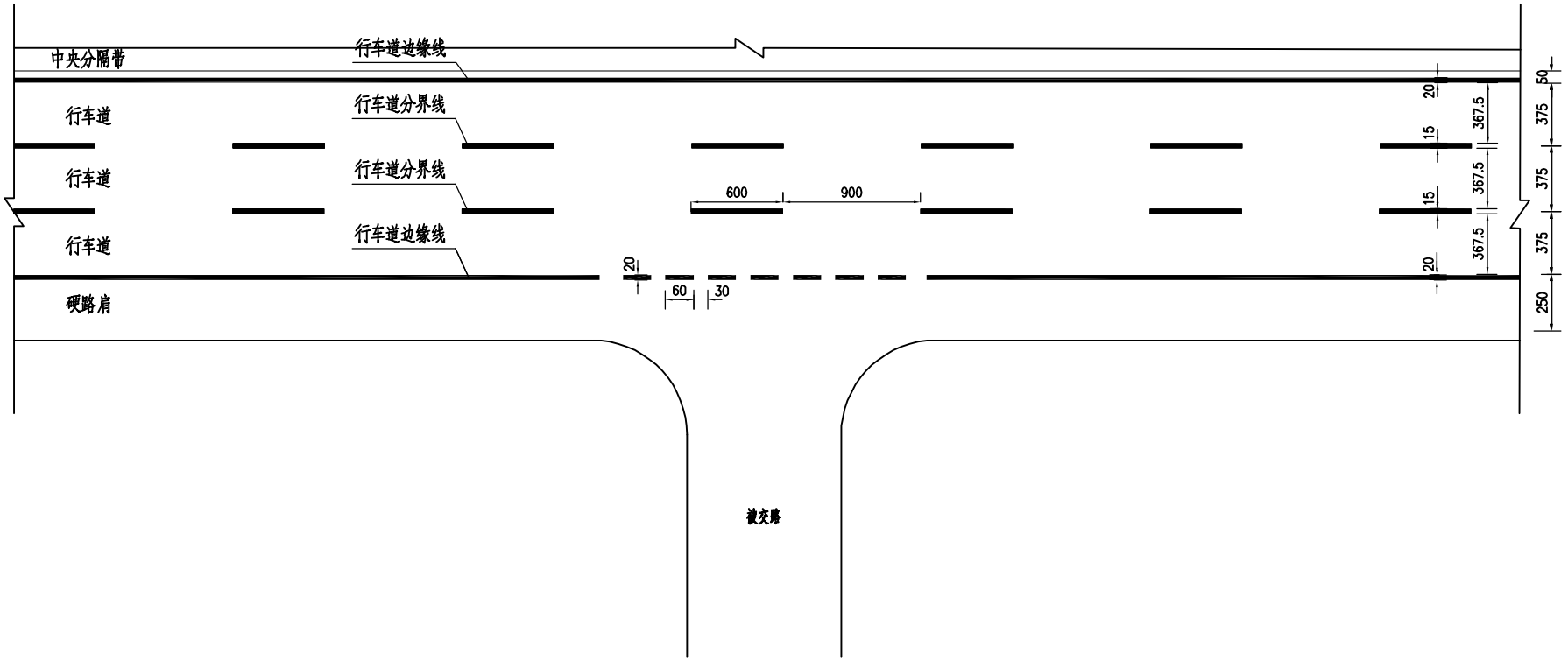
1.本图尺寸以厘米计。

2.连续设置的纵向标线，为方便路面横向排水，每15m设置排水缝，排水缝宽为5cm。

3.根据GB 5768.3-2025，设置于行车方向右侧的车道边缘线应为白色，设置于行车方向左侧的车道边缘线应为黄色，线宽20cm的实线。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

路侧开口标线设置



附注：

1.本图尺寸以厘米计，适用于双向六车道路段。

2.根据GB 5768.3-2025,车行道边缘虚线的线段长度60cm、间隔30cm。

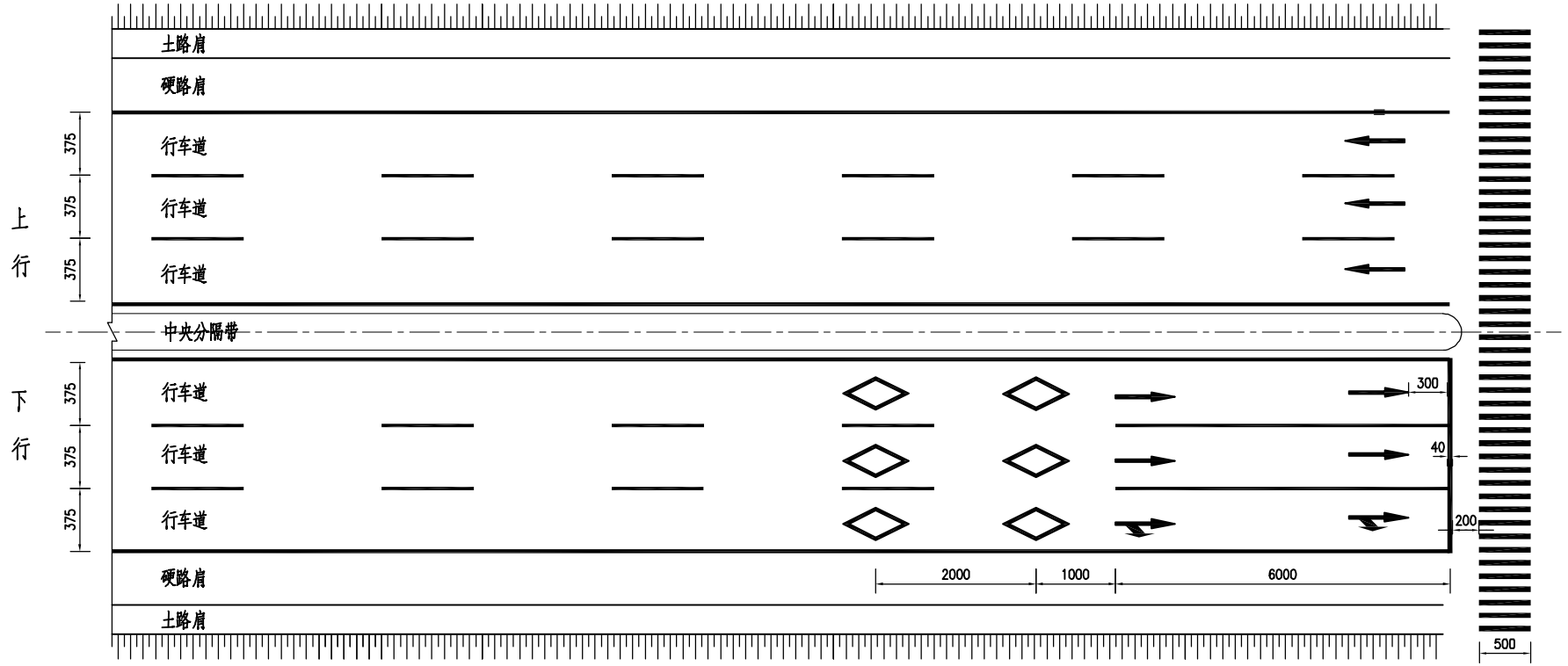
3.标线为热熔反光标线,设置时注意区分设置位置的不同。

4.本图适用于沿线小路与主线的连接，连接处用密虚线表示。

5.根据老路实际设置情况恢复。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

人行横道处路面标线布置图（无红绿灯控制）

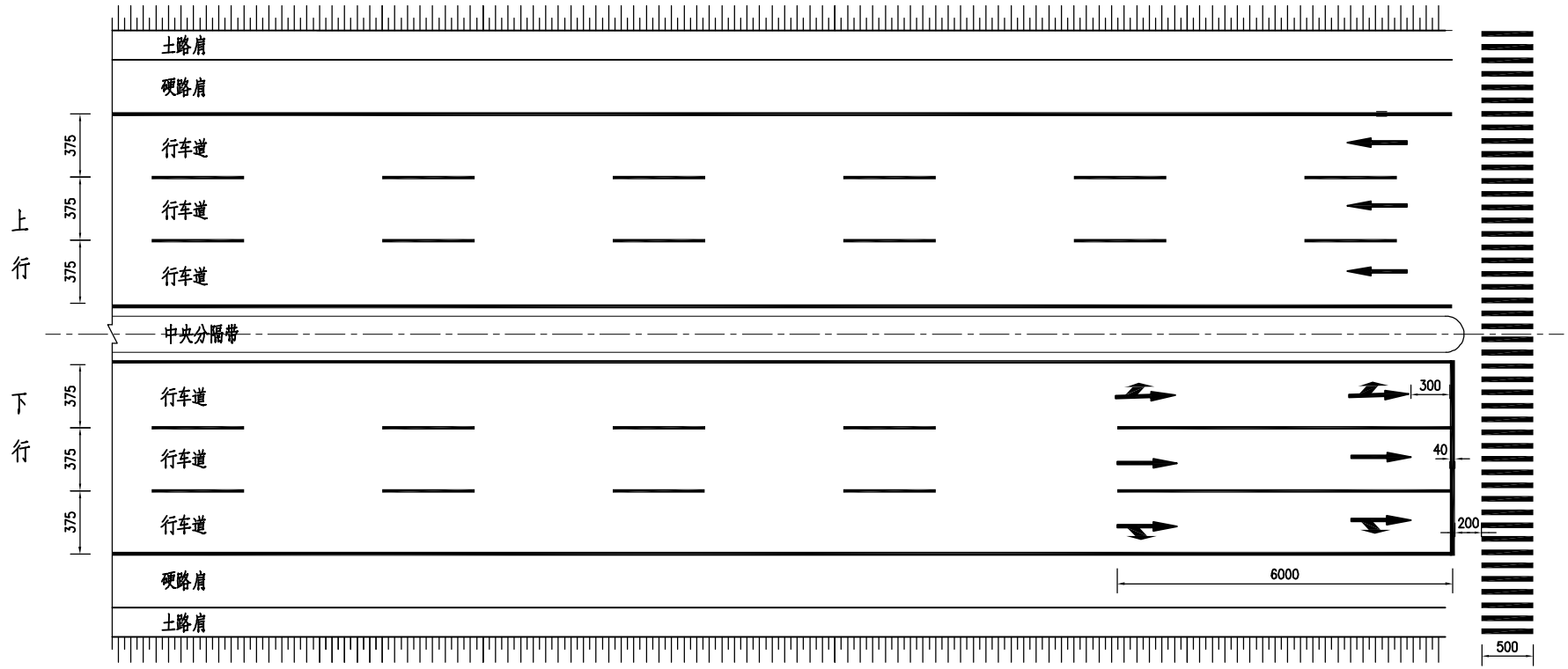


附注：

1.本图尺寸以厘米计，适用于双向六车道路段。
2.标线为热熔标线，并加反光材料。
3.标线的具体尺寸见国标（GB5768.3-2025）。
4.导向箭头和等待区长度根据实际情况恢复。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号 SI-7	镇江市交通规划设计院有限公司

非渠化交叉口路面标线布置图（有红绿灯控制）

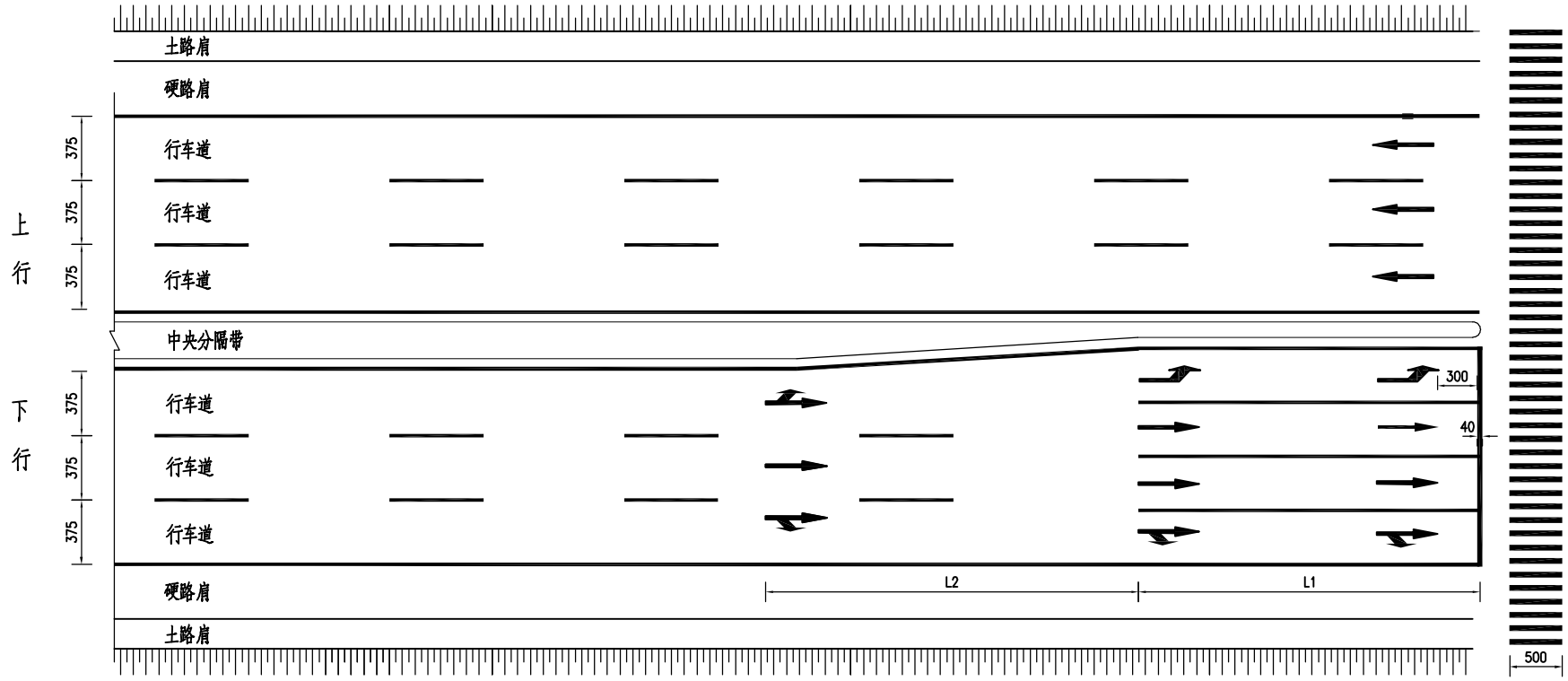


附注：

1.本图尺寸以厘米计，适用于双向六车道路段。
2.标线为热熔标线，并加反光材料。
3.标线的具体尺寸见国标（GB5768.3-2025）。
4.导向箭头根据实际情况恢复。
5.交通量较大的平交口，可适当延长停车等待区。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号 SI-7	镇江市交通规划设计院有限公司

渠化交叉口路面标线布置图（有红绿灯控制）

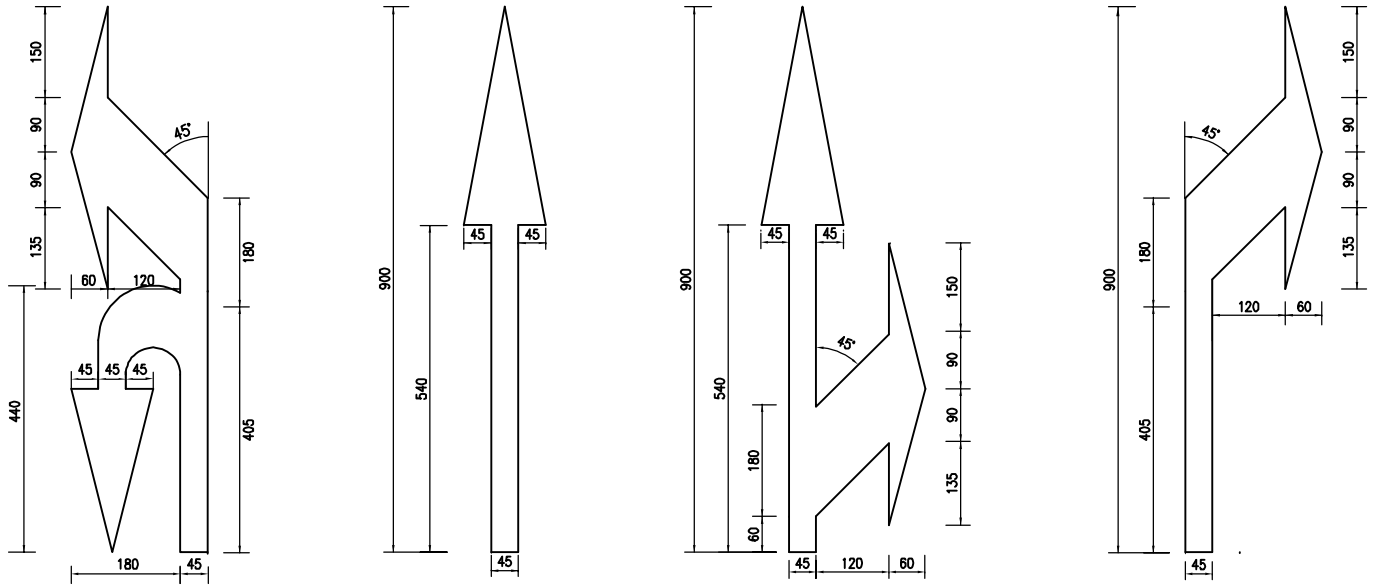


附注：

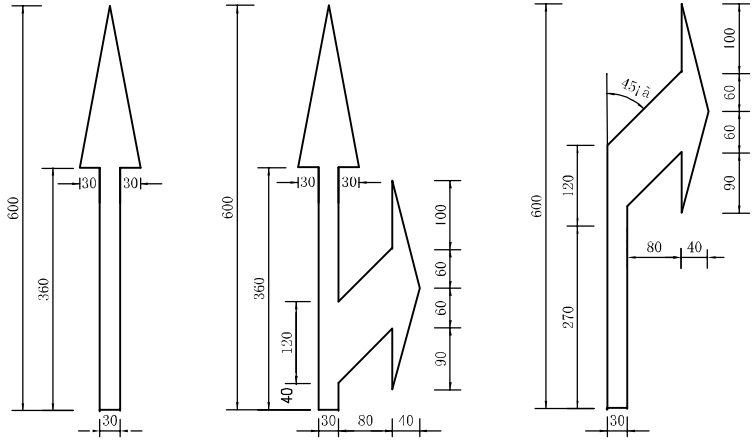
1.本图尺寸以厘米计，适用于双向六车道路段。
2.标线为热熔标线，并加反光材料。
3.标线的具体尺寸见国标（GB5768.3-2025）。
4.L1、L2和导向箭头根据实际情况恢复。
5.平交口等待区、渐变段长度和车道宽度按现状进行恢复。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

导向箭头（计算行车速度≥100km/h）



导向箭头（40km/h<计算行车速度<100km/h）



附注：

1.本图尺寸均以厘米计。

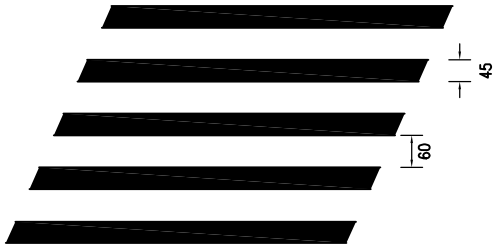
2.导向箭头均为白色，划在车行道中央部位。

3.如需向左转弯，可将图中向右转弯箭头反向使用。

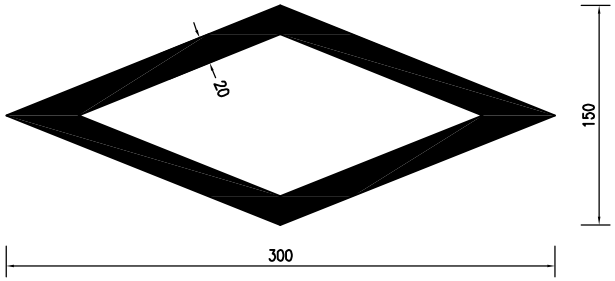
4.导向箭头用在交叉道口的导向车道内。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号 SI-7	镇江市交通规划设计院有限公司

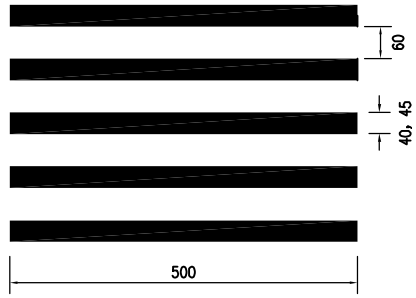
人行横道(斜交)



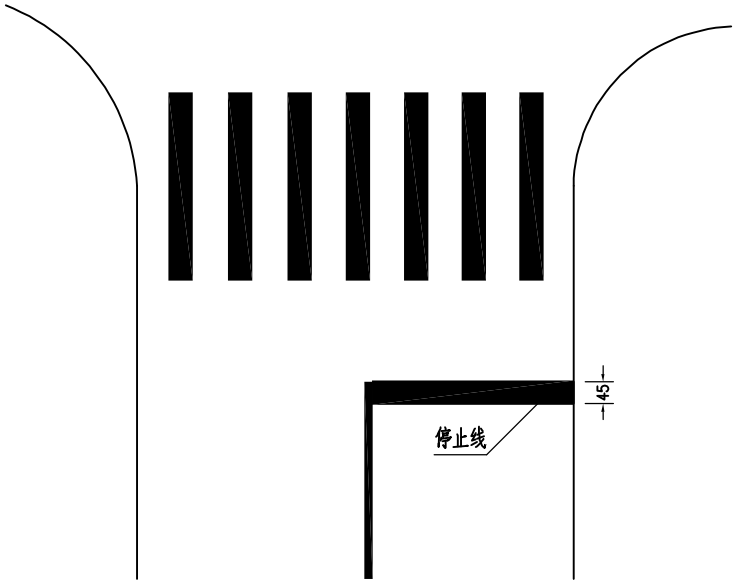
人行横道预告标线



人行横道(正交)



停止线大样图



附注：

1、本图尺寸均以厘米计。

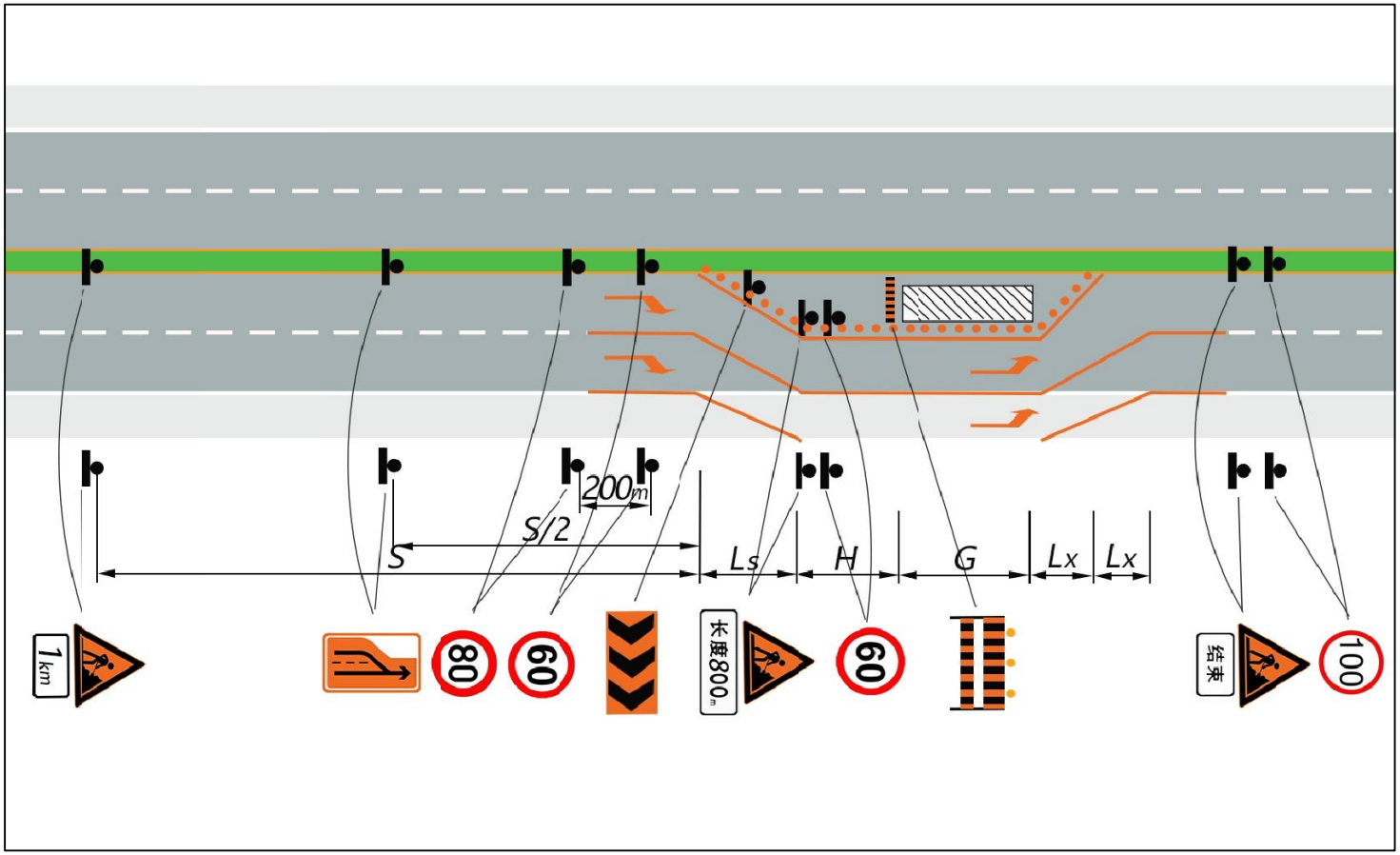
2、人行横道线线宽40/45cm，间距60cm，长度5m（根据现状恢复）。

3、人行横道预告标示线宽20cm,长300cm,宽150cm。

4、根据实际设置情况恢复。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目（扬中市G523、S238部分路段路面专项维修）	标线设计图	设计	复核	审核	图号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-7	

施工期交通组织设计图(一)



主要参数表

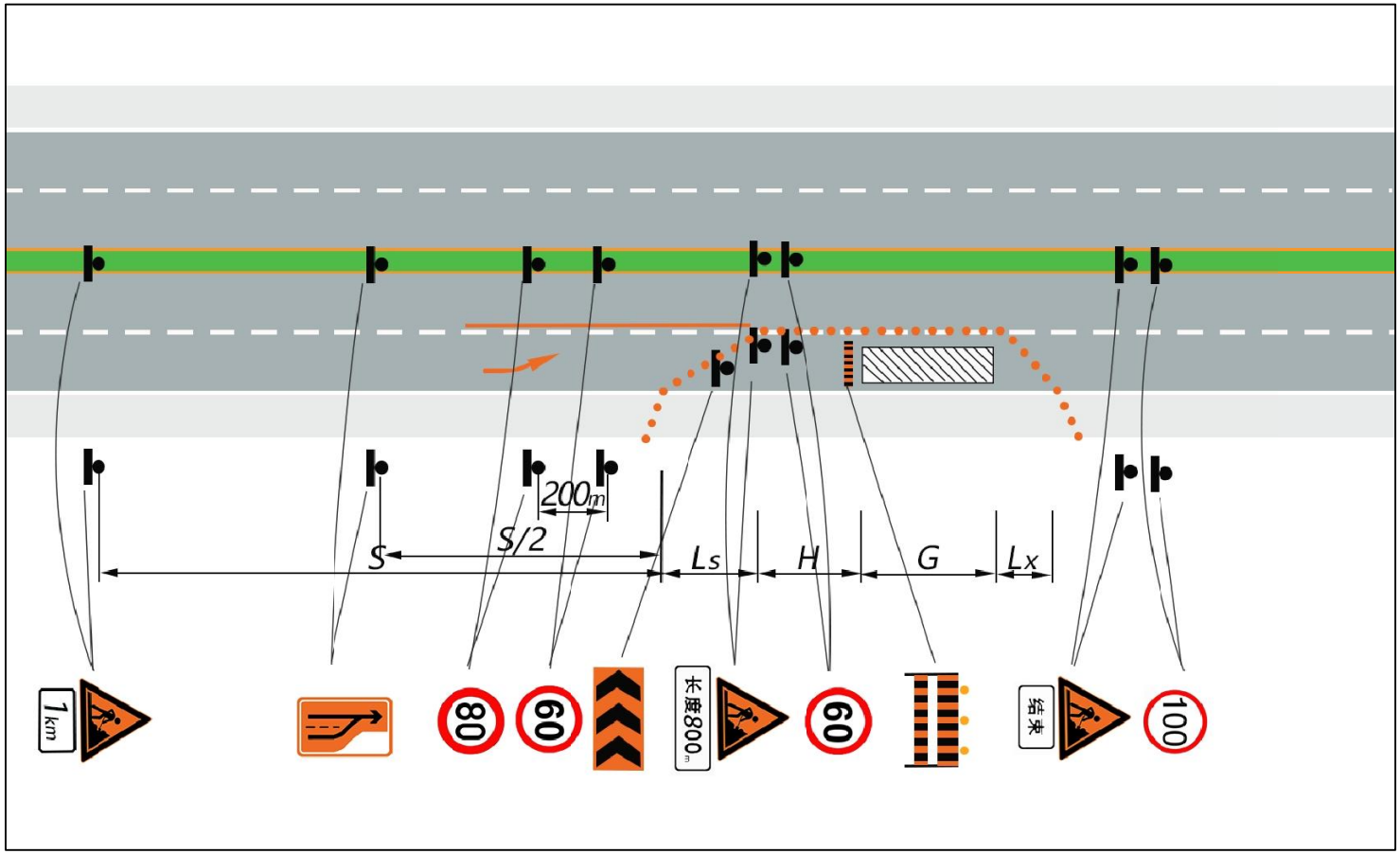
名 称	数值(米)
警告区长度 S	1000
上游过渡区长度 Ls	100
缓冲区长度 H	80
工作区长度 G	与施工段长度一致
下游过渡区长度 Lx	30
终止区长度 Z	30

附注:

1、在施工区域增加警示灯及夜晚施工时必须增设明显照明设施。
2、本图适用于封闭内侧车道借用路肩施工交通组织设计。
3、未尽事宜详见《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)。
4、施工过程中结合施工进度计划参照本图实施。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目 (扬中市G523、S238部分路段路面专项维修)	施工期交通组织设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-8	

施工期交通组织设计图(二)



主要参数表

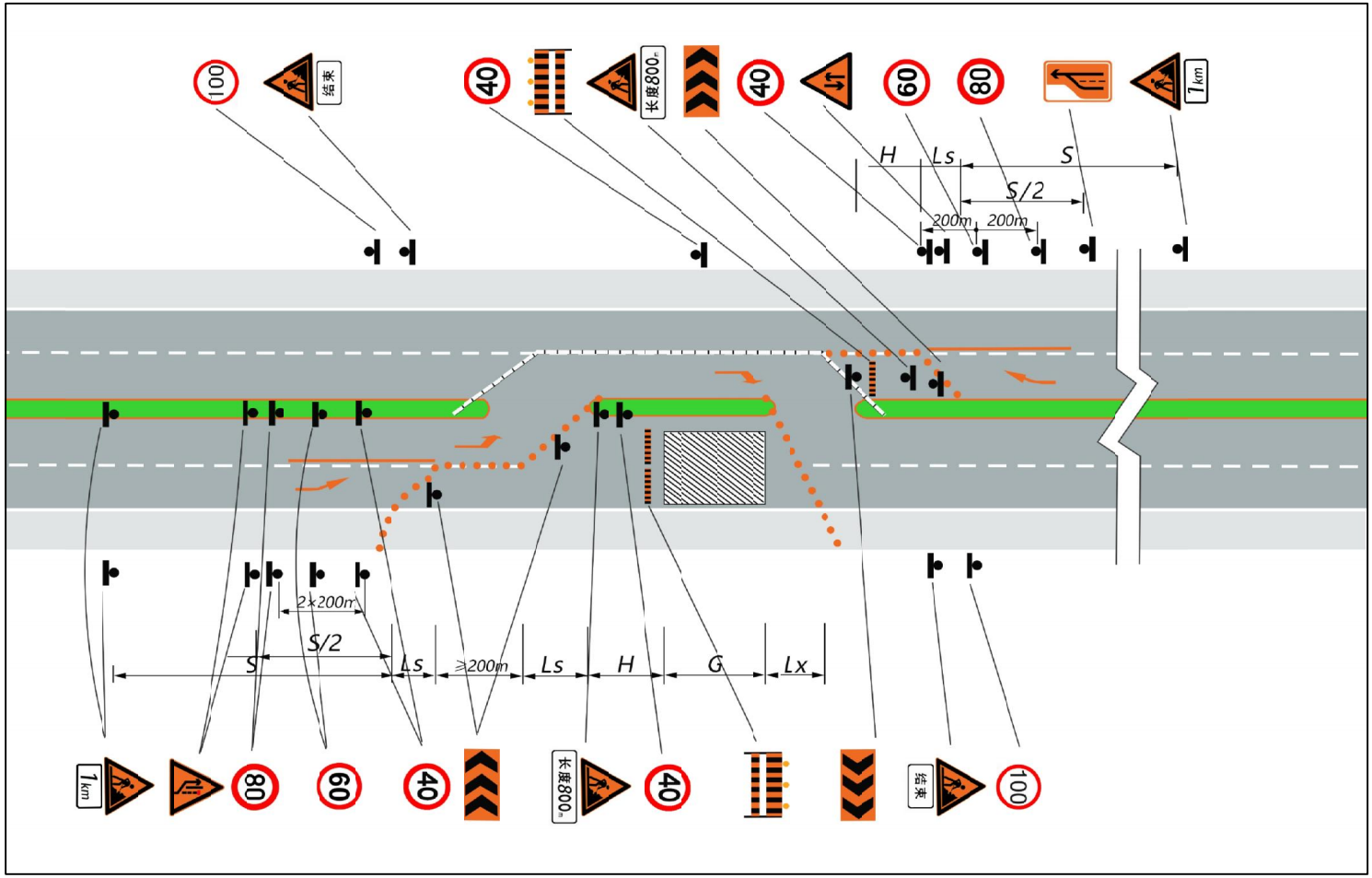
名 称	数值(米)
警告区长度 S	1000
上游过渡区长度 Ls	100
缓冲区长度 H	80
工作区长度 G	与施工段长度一致
下游过渡区长度 Lx	30
终止区长度 Z	30

附注:

1、在施工区域增加警示灯及夜晚施工时必须增设明显照明设施。
2、本图适用于封闭外侧车道单车道通行施工交通组织设计。
3、未尽事宜详见《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)。
4、施工过程中结合施工进度计划参照本图实施。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目 (扬中市G523、S238部分路段路面专项维修)	施工期交通组织设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-8	

施工期交通组织设计图(三)



主要参数表

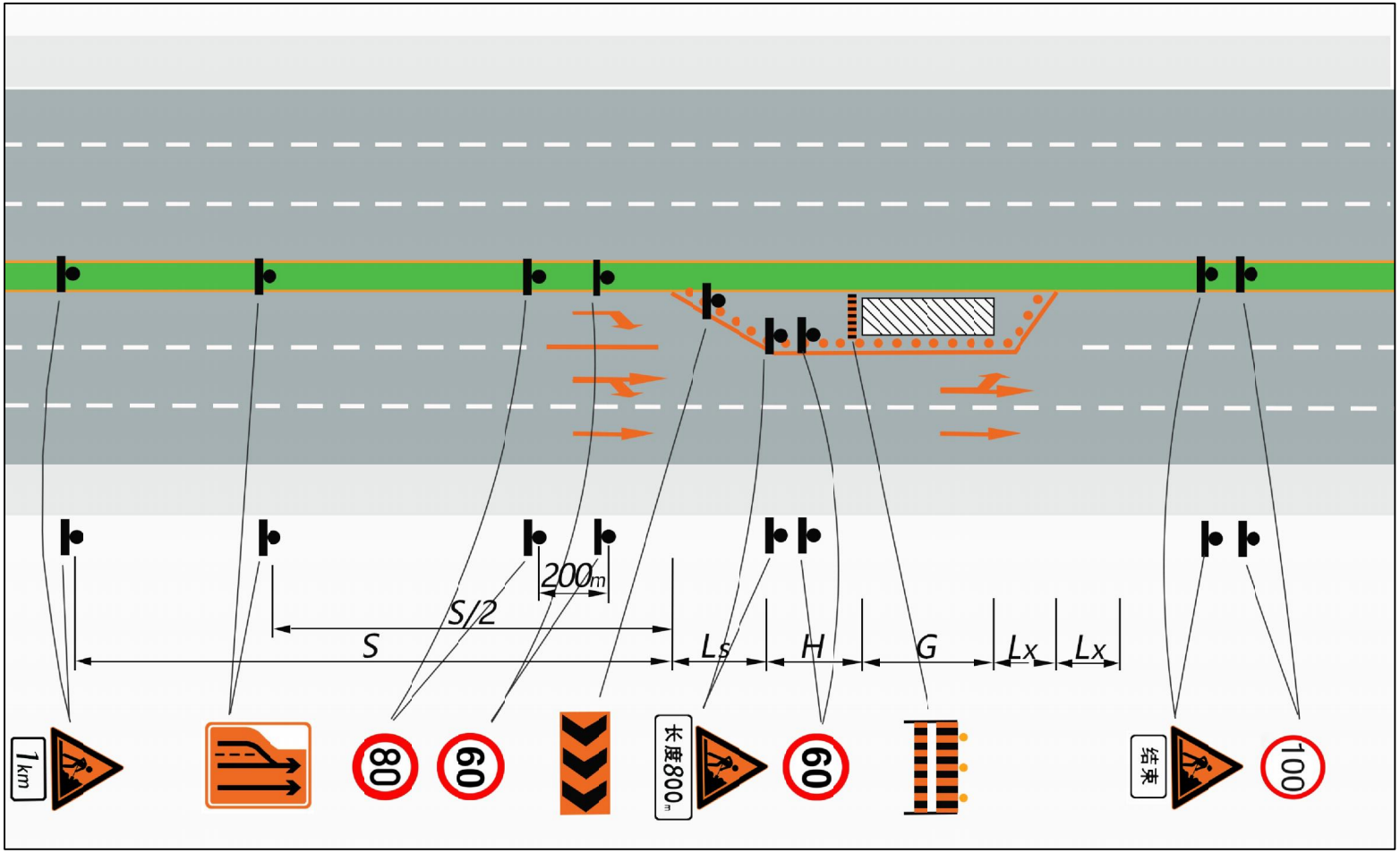
名 称	数值(米)
警告区长度 S	1000
上游过渡区长度 Ls	100
缓冲区长度 H	80
工作区长度 G	与施工段长度一致
下游过渡区长度 Lx	30
终止区长度 Z	30

附注:

1、在施工区域增加警示灯及夜晚施工时必须增设明显照明设施。
2、本图适用于半幅封闭，借用对向车道通行施工交通组织设计。
3、未尽事宜详见《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)。
4、施工过程中结合施工进度计划参照本图实施。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目 (扬中市G523、S238部分路段路面专项维修)	施工期交通组织设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-8	

施工期交通组织设计图(四)



主要参数表

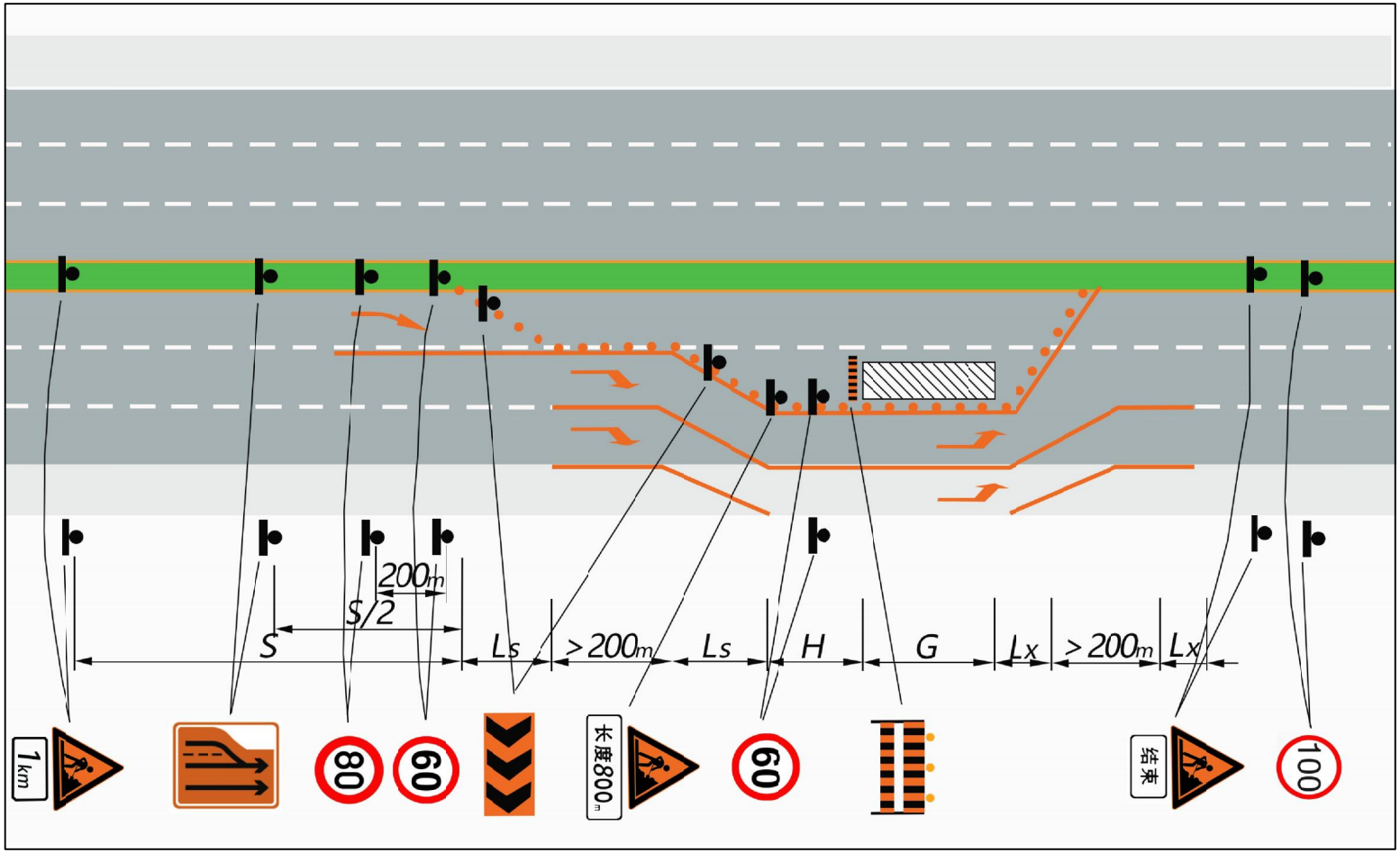
名 称	数值(米)
警告区长度 S	1000
上游过渡区长度 Ls	100
缓冲区长度 H	80
工作区长度 G	与施工段长度一致
下游过渡区长度 Lx	30
终止区长度 Z	30

附注：

1、在施工区域增加警示灯及夜晚施工时必须增设明显照明设施。
2、本图适用于双向六车道封闭一车道施工交通组织设计。
3、未尽事宜详见《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)。
4、施工过程中结合施工进度计划参照本图实施。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目 (扬中市G523、S238部分路段路面专项维修)	施工期交通组织设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-8	

施工期交通组织设计图(五)



主要参数表

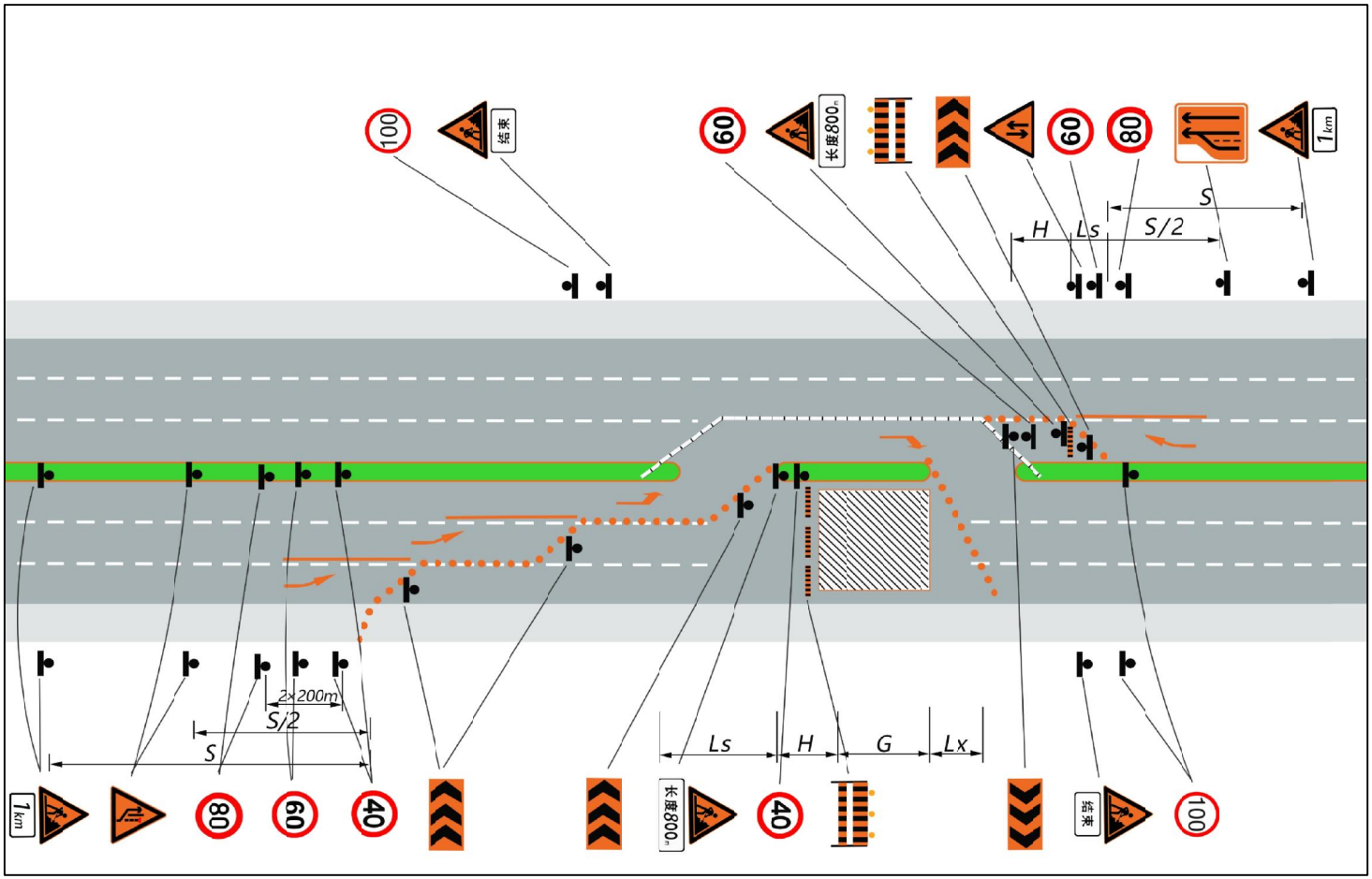
名 称	数值(米)
警告区长度 S	1000
上游过渡区长度 Ls	100
缓冲区长度 H	80
工作区长度 G	与施工段长度一致
下游过渡区长度 Lx	30
终止区长度 Z	30

附注:

1、在施工区域增加警示灯及夜晚施工时必须增设明显照明设施。
2、本图适用于双向六车道封闭两车道借用硬路肩施工交通组织设计。
3、未尽事宜详见《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)。
4、施工过程中结合施工进度计划参照本图实施。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目(扬中市G523、S238部分路段路面专项维修)	施工期交通组织设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-8	

施工期交通组织设计图(六)



主要参数表

名 称	数值(米)
警告区长度 S	1000
上游过渡区长度 Ls	100
缓冲区长度 H	80
工作区长度 G	与施工段长度一致
下游过渡区长度 Lx	30
终止区长度 Z	30

附注：

1、在施工区域增加警示灯及夜晚施工时必须增设明显照明设施。
2、本图适用于双向六车道半幅封闭,借用对向一车道通行施工交通组织设计。
3、未尽事宜详见《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)。
4、施工过程中结合施工进度计划参照本图实施。

镇江市公路事业发展中心	镇江市2026年普通国省道专项养护工程设计项目 (扬中市G523、S238部分路段路面专项维修)	施工期交通组织设计图	设 计	复 核	审 核	图 号	镇江市交通规划设计院有限公司
						SI-8	