



中山路（平山-海棠路）BRT 车道提升改造项目

施工图设计

華設設計集團股份有限公司

二〇二六年六月



中山路（平山-海棠路）BRT 车道提升改造项目

施工图设计

第一册 共一册

项 目 负 责 人		技 术 负 责 人	
主管主任工程师		副 总 裁	
所 长		总 裁	
编 制 单 位	华 设 设 计 集 团 股 份 有 限 公 司		
证 书 编 号	甲 级 A132003518		
编 制 日 期	二 〇 二 六 年 六 月		

--未盖文件专用章为非正式文件

[illegible][illegible]



项目地理位置图



项目位置

1 概述

1.1 项目背景

1.1.1 项目概述

中山路东起连高路，西至平山路，路线全长约 10.2km，总体呈东西走向，是连云区主要骨架路网之一。现状中山路全线设置快速公交系统（BRT），其中起点—海棠路段为 B3 号线，海棠路—平山路段为 B1、B1K 和 B13 号线，站台采用中央侧式站台，专用车道设置在道路中央，车站专用道两侧，车辆使用右开门形式。

本项目中山路（平山—海棠路）BRT 车道路面破损严重，主要为纵横向裂缝、车辙、修补等病害，BRT 站台及海棠路等灯控交叉口进口道路面车辙较为严重。为改善通行条件，同时防止面层病害未及时处理造成基层病害，导致强度不足，故本次对 BRT 车道进行提升改造。



图 1-1 项目地理位置图

1.1.2 沿线自然条件

1.1.2.1 气象、气候

连云港市位于江苏省东北部，地跨东经 118° 24′—119° 48′，北纬 33° 58′—35° 07′，属暖温带向北亚热带过渡地带，海洋性季风气候，四季分明，光照充足，雨热同季。年平均气温 14.2℃，一月平均气温-0.4℃，七月平均气温 27.4℃，年最高气温 40.2℃，年最低气温-18℃，冬季最大冻土厚度 0.22m。春冬两季多北风、西北风，夏秋两季则东南风居多，平均风速 3.3m/s。年平均降雨量 872.6mm，主要集中于 7、8、9 三个月，约占全年降雨量的 2/3。年最大降雨量 1380.7mm，最小降雨量 520.7mm，日最大降雨量 264.4mm，最长连续雨日 14d，最大连续暴雨量 244.2mm。降雪集中于 12 月至次年 2 月，最大积雪厚度 280mm，全年无霜期 215d。

项目区域属暖温带南缘湿润性季风型气候。其主要特点：四季分明，冬季受西伯利亚变性冷气团控制，以寒冷干燥天气为主；夏季受海洋性季风控制，炎热多雨，高温期同多雨期一致，春秋两季处于南北季风交替时期，干、湿、冷、暖天气多变，无霜期较长，光、热、水等气候资源比较丰富。

1.1.2.2 地形、地貌

项目地处沂沭丘陵平原区（I），路线穿过低洼平原之堤侧低洼平原貌单元（5₁）、盐土平原与盐田地貌单元（11）。场地较平坦，局部有近期人工堆积填土。

1.1.2.3 河流水文

1、河流水文

本项目周边主要河流为运盐河、排淡河。

2、水文地质条件

(1)地表水

沿线路段地形平坦，但其内部沟渠水塘纵横交错，地表水主要为鱼塘养殖用水，地表水比较丰富。

(2)地下水

根据地下水的赋存条件，沿线路段的地下水主要为松散岩类孔隙潜水及松散岩类承压水。松散岩类孔隙潜水主要赋存于第①～③-1 层土层中，其补给来源为大气降水和地表水体的入渗，排泄方式以蒸发为主。松散岩类承压水主要赋存于⑥⑧层砂层中，其主要通过侧向径流进行补给和排泄。

1.1.2.4 工程地质

1、岩土层分布及其工程地质特征

(1) 岩土层分布特征

根据附近地质资料，地基土自上而下分为如下 10 层：

①层素填土:杂色,主要由粘性土和砂性土组成,表层局部为 30cm 左右水泥路面,含少量碎石等,土质不太均匀,松散。场区普遍分布,厚度:0.60-3.10m。土质疏密不均,工程地质性质差,一般不宜直接利用。

②层黏土:褐色,浅灰色,可塑-软塑,含少量褐色斑点,土质均,切面光滑有光泽,干强度高,韧性高,无摇震反应,在场地广泛分布,较稳定。场区普遍分布,厚度:0.90-3.40m,平均 1.77m。地基承载力基本容许值 $[f_a]=60\text{KPa}$,工程地质性质一般,属中高压缩性土。

③淤泥:灰色,饱和,呈高压缩性,流塑,土质较均,线路经过路段部分有厚层分布。该层土强度极低,工程性质极差,层厚 0.40~12m,平均层厚 6.2m。承载力基本容许值 $[f_{a0}]=40\text{kPa}$ 。

④粘土:黄褐色,灰绿色,可塑-硬塑,含零星姜石,直径0.5-2cm,切面粗糙,干强度中等,韧性中等,无摇晃反应。强度较高,工程性质较好,厚度0.30~6.90m,平均厚度3.6m。承载力基本容许值 $[f_{a0}] = 180\text{kPa}$ 。工程地质性质一般,属中等压缩性土。

⑤层粉质黏土:灰黄色,可-硬塑,土质较均匀,切面较光滑稍有光泽,局部夹薄层粉细砂,干强度中等,韧性中等,无震反应。场区普遍分布,厚度:0.80-3.40m,平均2.07m。地基承载力基本容许值 $[f_a]=150\text{KPa}$,工程地质性质一般,属中等压缩性土。

⑥层黏土:褐黄色,可塑,土质均匀,切面光滑有光泽,含少量铁锰氧化物,干强度高,韧性高,无摇震反应。场区普遍分布,厚度:3.50-3.50m,平均 3.50m。地基承载力基本容许值 $[f_{a0}]=200\text{KPa}$,工程地质性质一般,属中等压缩性土。

⑦层含砂粉质黏土:灰黄色,可塑,土质较均匀,切面较光滑稍有光泽,局部夹薄层粉细砂,干强度中等,韧性中等,无摇震反应。场区普遍分布,厚度:1.50-1.50m,平均 1.50m。地基承载力基本容许值 $[f_a]=180\text{KPa}$,工程地质性质一般,属中等压缩性土。

⑧层黏土:褐黄色,硬塑,土质均匀,切面光滑有光泽,含少量钙质结核,干强度高,韧性高,无摇晃反应。该层未钻透。地基承载力基本容许值 $[f_a]=220\text{KPa}$, 工程地质性质一般,属中等压缩性土。

⑨强风化片麻岩：褐黄色，粒状变晶结构，片麻状构造，主要矿物以长石、石英及少量云母为主，岩芯呈碎块状，节理裂隙很发育，裂隙面间距小于 10cm，密实。强度高，工程性质好，地基承载力基本容许值 $[f_{a0}] = 500\text{kPa}$ 。

⑩中风化片麻岩：灰黄色，灰白色，浅灰色，粒状变晶结构，片麻状、块状构造，岩芯呈碎块状、短柱状，节理裂隙较发育，裂隙面间距 20-40cm，结合一般，结构面有少量云母碎片。强度高，工程性质好，地基承载力基本容许值 $[f_{a0}] = 1500\text{kPa}$ 。

2、地层、地质构造与地震

(1) 地层及地质构造

① 地层

江苏境内以海州—泗阳断裂(F2)为界,划分为华北与华南两大地层区。

项目区地处华北地层区，新太古界一中元古界泰山、东海杂岩均为变质表壳岩及片麻岩、榴辉岩等组成的中一深变质岩系，新元古界为浅海相碎屑岩及碳酸盐岩。寒武系一下三叠统为海相碳酸盐岩及海陆相交互相含煤岩系。侏罗纪—第三纪为陆相（火山）碎屑岩及河湖相含膏盐沉积。东海地区寒武纪—中侏罗统缺失。

覆盖地层主要由素填土(Q4ml)、第四系全新统(Q4al)黏性土及淤泥层、晚更新世(Q3al)黏性土及粗、中、细、粉砂层组成。下伏基岩变化较大,以变质表壳岩及片麻岩、榴辉岩等组成的东海中一深变质岩系,浅海相碎屑岩及碳酸盐岩,海相碳酸盐岩及海陆相交互含煤岩系,浅变质(火山)岩系,中酸性火山岩及玄武岩等。

项目区第四系全新统 (Q4al) 黏性土及淤泥层广泛分布, 主要成因为冲积、海积等。

② 地质构造

项目区所处的大地构造分区属苏鲁造山带(Ⅱ)，南以淮阴-响水断裂(F3)为界，北至郯城-庐江断裂(新沂-泗洪段)(F1)，区内还有海州-泗阳断裂分布(F2)。在漫长的地质历史中，经历了一系列多期构造运动，褶皱、断裂均较为发育，构造方向有北北东、北东、北东东及北西方向。构成基底的岩层为太古界、元古界区域变质岩。覆盖层一般缺失古生界~中生界，仅第四系广泛分布。项目所在位置接近倒转向斜的核部。地层为中上元古界云台组上段(Pt2-3y)，其主要岩性为斜长片麻岩、变粒岩，呈斑状花岗变晶结构，片麻状构造。岩层主要产状为倾向 100-130°、倾角 11-30°。

(2) 地震

本区在大地构造上处在胶东隆起与苏北凹陷两个不同地质构造单元的交接部位。连

云港市西为郟庐断裂，北为胶南断裂，南是响水断裂，东为大海，以上述断裂为界，构成了连云港市城市区域构造稳定性区。根据《中国地震裂度区划图》及《中国地震动参数区划图》（GB/18306-2015），项目区抗震设防基本烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度为0.15g，地震分组为第二组。场地无可液化土存在。

1.1.3 养护历史

（1）中山路（海棠路～平山路）BRT 1 号线于 2012 年建成通车，将机动车道由 24 米拓宽至 28.5 米，路面结构层如下：

- 上面层：4cm SMA-13
- 中面层：5cm AC-16 SBS 改性沥青
- 下面层：7cm ATB-25 密级配沥青稳定碎石
- 基 层：20cm 水泥混凝土（弯拉强度 4.0Mpa）
36cm 水泥稳定碎石

（2）2018 年对 BRT 站台路面进行维修改造，铣刨老路沥青砼面层，修补基层，重新铺筑面层，改造后路面结构层如下：

- 上面层：5cm SMA-13 沥青砼（加抗车辙剂）
- 下面层：9cm EME-14 高模量沥青混凝土
- 应力吸收层：2cm SAMI 橡胶沥青

1.1.4 交通量调查

项目路段 BRT 车道通行 B1、B1K 和 B13 三个公交线路，B1 配车数共 60 台，运营班次 144 对，B1K 配车数共 46 台，运营班次 119 对，B13 配车数共 12 台，运营班次 68 对，高峰发车间隔 4-5 分钟，平峰发车间隔 5-6 分钟。

表 1-1 中山路（海棠路—平山路）BRT 车道交通量

年度	客车（B1 号线）	客车（B1K 号线）	客车（B13 号线）	自然数合计（辆）	折算成小客车（pcu/d）
2025	288	238	136	662	1655

1.2 测设经过

我院接到项目通知后，立即成立了该项目工作小组，制定了详细的工作大纲，具体的设计工作入下：

- 1、2026 年 5 月底收集原有道路设计、施工、养护历史以及历年交通量等资料。

- 2、2026 年 6 月 1—2 日组织人员到现场对车道宽度、路面病害、交叉口和安全设施等展开调查，并对路面进行了弯沉、车辙检测和钻孔取芯。获取了老路路面结构、弯沉、路面车辙等检测资料。

- 3、外业结束后，项目组随即展开了深入细致的内业研究工作，进行了交通量现状分析，研究论证项目路面使用状况，分析其破损原因，对路面养护（大中修）从技术、经济的角度进行分析和比较，完成本次施工图设计。

1.3 项目实施范围

本项目路段起点位于海棠路交叉口，终点位于平山路交叉口，路线长约 2.6km。



图 1-2 起点



图 1-3 终点

2 设计依据及采用的规范、规程

2.1 设计采用的规范、规程

- 1. 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）。
- 2. 《公路养护技术标准》（JTG 5110-2023）。
- 3. 《公路技术状况评定标准》（JTG 5210-2018）。
- 4. 《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142-2019）。
- 5. 《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）。
- 6. 《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）。
- 7. 《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）。
- 8. 《道路交通标志和标线第1部分：总则》（GB5768.1-2025年）。
- 9. 《道路交通标志和标线第2部分道路交通标志》（GB5768.2-2022年）。
- 10. 《道路交通标志和标线第3部分道路交通标线》（GB5768.3-2025年）。

11. 《公路交通标志和标线设置规范》（JTG D82-2009）。
12. 《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）。
13. 《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81-2017）。
14. 《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521-2019）。
15. 《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）。
16. 《公路工程集料试验规程》（JTG 3432-2024）。
17. 《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）。
18. 《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）。
19. 《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）。
20. 《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671—2021）。
21. 《道路交通标志和标线 第4 部分 作业区》（GB5768. 4-2017）。
22. 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG 3441-2024）。
23. 《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）。
24. 《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》（交公路发[2007]358号）。
25. 《公路工程项目概预算编制办法》（JTG 3830-2018）。

其他相关的规程、规范及设计指导意见

2.2 原路技术标准

2.2.1 技术标准

- 1、公路等级：一级公路城镇段。
- 2、设计荷载：道路：BZZ-100。
- 3、设计速度：80km/h。
- 4、路面横坡：外倾 1.5%。
- 5、路面类型：沥青混凝土路面。

2.2.2 路基标准横断面

项目路段为双向八车道，内侧为快速公交专用车道，路基宽为 50 米，路面宽为 28.5 米。本次 BRT 路面改造宽度 8.3m，其中 BRT 车道 2*3.85m，中分带宽 0.6m。

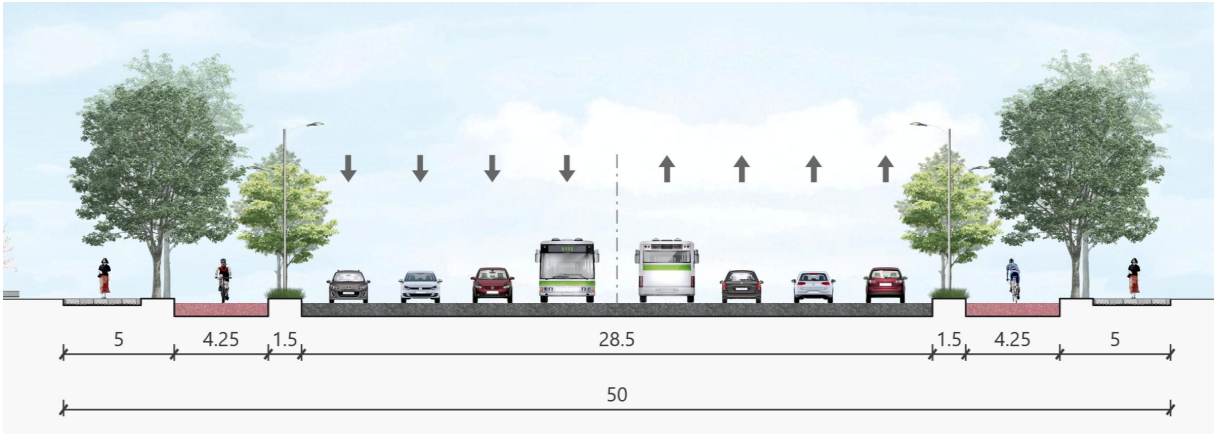


图 2-1 路基标准横断面（海棠路～平山路）

3 路面现状调查、检测

3.1 老路面的调查评定结果

3.1.1 路面取芯检测

采用人工钻孔取芯的方法测量芯样厚度，判定路面结构层完整程度及路面病害产生原因，并对路面结构层厚度、层间粘结及路面病害产生原因有一个直观的了解，项目组有针对性的对路面无病害位置、裂缝、修补等典型病害部位进行钻芯。

本项目路段共取芯 4 处，路面病害处取芯 3 处，路面完好处取芯 1 处。

1、取芯统计

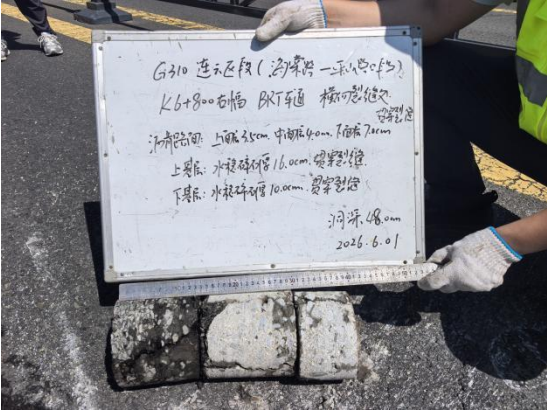
表 3-1 取芯统计一览表

桩号	取芯位置	病害类型	层次	实测厚度（cm）	芯样描述
K6+800 右幅	BRT 车道	横向裂缝处	面层	3.5/4.0/7.0	沥青路面上面层厚度为 3.5cm、中面层厚度为 4.0cm、下面层厚度为 7.0cm，芯样贯穿裂缝；
			上基层	16.0	上基层水泥稳定碎石厚度为 16.0cm，芯样贯穿裂缝，上基层与沥青路面未粘结成一体、分离；
			下基层	10.0	下基层水泥稳定碎石厚度为 10.0cm，芯样贯穿裂缝，下基层与上基层未粘结成一体、分离。取芯洞深为 48.0cm。
K7+350 右幅	BRT 车道（院前站）	车辙凹点处	面层	6.5/6.0	沥青路面上面层厚度为 6.5cm、下面层厚度为 6.0cm，上下面层分离、下面层贯穿拉裂裂缝；
			上基层	27.5	上基层水泥混凝土厚度为 27.5cm，芯样完整，上基层与沥青路面未粘结成一体、分离；
			下基层	8.0	下基层水泥稳定碎石厚度为 8.0cm，芯样成型良好，下基层与上基层粘结成一体。取芯洞深为 51.0cm。
K8+300 左幅	BRT 车道	路面完好处	面层	4.0/12.0	沥青路面上面层厚度为 4.0cm、总厚度为 16.0cm（共计 3 层沥青结构），上面层与下面几层沥青分离；

			上基层	8.0（取出）	上基层沥青碎石厚度取出为 8.0cm，芯样断裂、底部破碎不成型。取芯洞深为 35.0cm。
			下基层	/	/
K6+800 左幅	BRT 车道 （嘉瑞宝）	车辙凹点处	面层	4.5/6.0	沥青路面上面层厚度为 4.5cm、下面层厚度为 6.0cm，下面层沥青碎裂破坏；
			上基层	18.0	上基层水泥混凝土厚度为 18.0cm，芯样完整，上基层与沥青路面未粘结成一体、分离；
			下基层	18.0	下基层水泥稳定碎石厚度为 18.0cm，芯样成型良好，下基层与上基层未粘结成一体、分离。取芯洞深为 48.0cm。

2、芯样照片和描述

表 3-2 沥青路面取芯描述一览表

	
K6+800 右幅 BRT 车道 横向裂缝处	芯样照片
沥青路面上面层厚度为 3.5cm、中面层厚度为 4.0cm、下面层厚度为 7.0cm，芯样贯穿裂缝；上基层水泥稳定碎石厚度为 16.0cm，芯样贯穿裂缝，上基层与沥青路面未粘结成一体、分离；下基层水泥稳定碎石厚度为 10.0cm，芯样贯穿裂缝，下基层与上基层未粘结成一体、分离。取芯洞深为 48.0cm。	
	
K7+350 右幅 BRT 车道（院前站）车辙凹点处	芯样照片
沥青路面上面层厚度为 6.5cm、下面层厚度为 6.0cm，上下面层分离、下面层贯穿拉裂裂缝；上基层水泥混凝土厚度为 27.5cm，芯样完整，上基层与沥青路面未粘结成一体、分离；下基层水泥稳定碎石厚度为 8.0cm，芯样成型良好，下基层与上基层粘结成一体。取芯洞深为 51.0cm。	



K8+300 左幅 BRT 车道 路面完好处



芯样照片

沥青路面上面层厚度为 4.0cm、总厚度为 16.0cm（共计 3 层沥青），上面层与下面几层沥青分离；上基层沥青碎石厚度取出为 8.0cm，芯样断裂、底部破碎不成型。取芯洞深为 35.0cm。



K6+800 左幅 BRT 车道（嘉瑞宝）车辙凹点处



芯样照片

沥青路面上面层厚度为 4.5cm、下面层厚度为 6.0cm，下面层沥青碎裂破坏；上基层水泥混凝土厚度为 18.0cm，芯样完整，上基层与沥青路面未粘结成一体、分离；下基层水泥稳定碎石厚度为 18.0cm，芯样成型良好，下基层与上基层未粘结成一体、分离。取芯洞深为 48.0cm。

3、芯样厚度分析

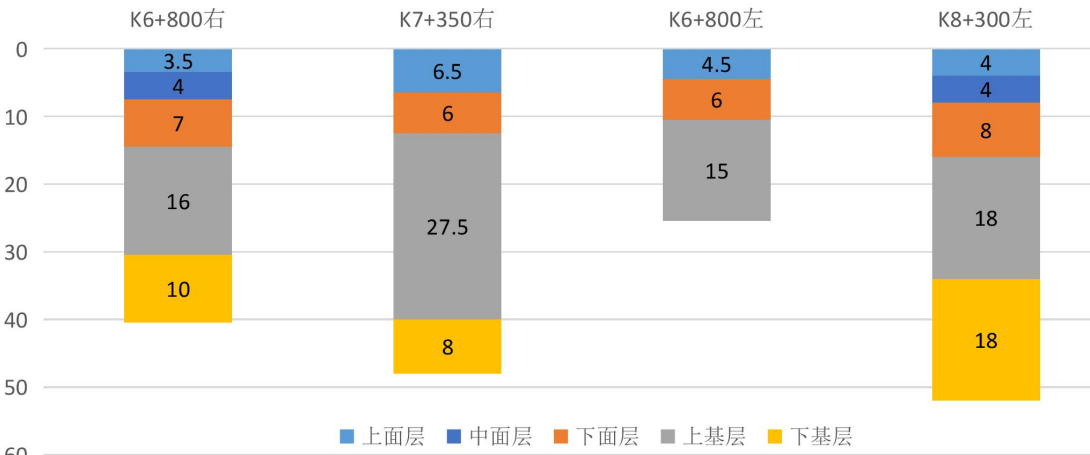


图 3-1 取芯厚度统计图

（1）2 处芯样（一般路段）为 3 层沥青砼面层，2 处芯样（BRT 站台）为 2 层沥青砼

面层，沥青上面层厚度为 3.5～6.5cm，中面层厚度为 4cm，下面层厚度为 6～8cm。

（2）BRT 站台上基层为水泥混凝土，厚度为 18～27.5cm，下基层为水泥稳定碎石，厚度为 8～18cm；一般路段上、下基层均为水泥稳定碎石，上基层厚度 16～18cm，下基层取出 1 处，厚度 18cm。

4、芯样破损分析

- （1）路面完好取芯 1 处，沥青面层成型良好，基层芯样断裂，未取出。
- （2）横向裂缝取芯 1 处，沥青面层和水稳基层均贯穿裂缝。
- （3）车辙取芯 2 处，上面层成型良好，下面层芯样裂缝或破碎，基层水泥混凝土无病害。
- （4）芯样层间粘结性差，沥青砼面层与水泥稳定碎石或水泥混凝土基层之间均未粘结。

3.1.2 路面病害现状调查

1、路面损坏状况分类

根据公路技术状况评定标准将病害分类方法详细介绍，这 11 类 21 种损坏的定义、识别方法、计量方法及产生原因。

(1)龟裂

龟裂是沥青路面最重要的一种裂缝形式，在路面上表现为相互交错的小网格状裂缝。按裂缝块度、缝宽的大小及裂缝有无变形，将龟裂分为轻、中和重三种。

轻：初期裂缝，裂区无变形、无散落，缝细，主要裂缝宽度在 2mm 以下，主要裂缝块度在 0.2～0.5m 之间，损坏按面积计算。

中：龟裂的发展期，龟裂状态明显，裂缝区有轻度散落或轻度变形，主要裂缝宽度在 2～5mm 之间，部分裂缝块度小于 0.2m，损坏按面积计算。

重：龟裂特征显著，裂块较小，裂缝区变形明显、散落严重，主要裂缝宽度大于 5mm，大部分裂缝块度小于 0.2m，损坏按面积计算。

(2)块状裂缝

块状裂缝表现为纵向和横向裂缝的交错而使路面分裂成近似成直角的多边形大块，按照裂缝块度、裂缝宽度的大小，将块裂分为轻、重两种等级。

轻：缝细、裂缝区无散落，裂缝宽度在 3mm 以内，大部分裂缝块度大于 1.0m，损坏按面积计算。

重：缝宽、裂缝区有散落，裂缝宽度在 3mm 以上，主要裂缝块度在 0.5～1.0m 之间，损坏按面积计算。

(3)纵向裂缝

纵向裂缝是与道路中线大致平行的单条裂缝，按照裂缝宽度的大小及裂缝边缘的破坏情况分为轻、重两种等级。

轻：缝细、裂缝壁无散落或有轻微散落，无支缝或有少量支缝，裂缝宽度在 3mm 以内，损坏按长度计算，检测结果要用影响宽度 (0.2m) 换算成面积。

重：缝宽、裂缝壁有散落、有支缝，主要裂缝宽度大于 3mm，损坏按长度 (m) 计算，检测结果要用影响宽度 (0.2m) 换算成面积。

(4)横向裂缝

横向裂缝是与道路中线近似垂直的裂缝，按照裂缝宽度的大小及裂缝边缘的破坏情况分为轻、重两种等级。

轻：缝细、裂缝壁无散落或有轻微散落，裂缝宽度在 3mm 以内，损坏按长度计算，检测结果要用影响宽度 (0.2m) 换算成面积。

重：缝宽、裂缝贯通整个路面、裂缝壁有散落并伴有少量支缝，主要裂缝宽度大于 3mm，损坏按长度计算，检测结果要用影响宽度（0.2m）换算成面积。

(5)坑槽

坑槽是局部集料丧失而在路面表面形成的坑洞，按坑槽的深浅及有效面积的大小，将坑槽分为轻、重两个等级。

轻：坑浅，有效坑槽面积在 0.1 m² 以内（约 0.3m×0.3m），损坏按面积计算。

重：坑深，有效坑槽面积大于 0.1 m² (约 0.3m×0.3m)，损坏按面积计算。

(6)松散

松散是一种从路面表面向下不断发展的集料颗粒流失和沥青结合料流失而造成的路面损坏，松散按损坏严重程度不同分为轻、重两种等级。

轻：路面细集料散失、脱皮、麻面等表面损坏，损坏按面积计算。

重：路面粗集料散失、脱皮、麻面、露骨，表面剥落、有小坑洞，损坏按面积计算。

(7)沉陷

沉陷是路面表面产生的大于 10mm 的路面局部下沉。按沉陷深度大小及对行车舒适性

的影响将此类损坏分为轻、重两个等级。

轻：深度在 10～25mm 之间，正常行车无明显感觉，损坏按面积计算。

重：深度大于 25mm，正常行车有明显感觉，损坏按面积计算。

(8)车辙

车辙是在沥青路面表面形成的轮迹处深度大于 10mm 的纵向带状凹槽（辙槽），按车辙深度的不同分为轻、重两个等级。

轻：辙槽浅，深度在 10～15mm 之间，损坏按面积计算，检测结果要用影响宽度（0.4m）换算成面积。

重：辙槽深，深度 15mm 以上，损坏按面积计算，检测结果要用影响宽度（0.4m）换算成面积。

(9)波浪拥包

波浪拥包指的是由于局部沥青面层材料移动而在路表面形成的有规律的纵向起伏，波峰和波谷间隔很近。按波峰波谷的大小不同将此类损坏分为轻、重两个等级。

轻：波峰波谷高差小，高差在 10～25mm 之间，损坏按面积计算。

重：波峰波谷高差大，高差大于 25mm 之间，损坏按面积计算。

(10)泛油

路面沥青被挤出或表面被沥青膜覆盖形成发亮的薄油层，损坏按面积计算。

(11) 修补

龟裂、坑槽、松散、沉陷、车辙等的修补面积或修补影响面积（裂缝修补按长度计算，影响宽度为 0.2m）。

2、路面损坏状况指数计算

$$PCI=100-a_0DR^{a_1}$$

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

其中：DR—路面综合破损率，以百分数计；

A_i—第 i 类路面损坏的面积(m²)；

A—调查的路面面积（调查长度与有效路面宽度之积）(m²)；

w_i—第 i 类路面损坏的权重，详见沥青路面损坏类型和权重表 and 水泥混凝土路面损坏

类型和权重表。

α₀—沥青路面采用 15.00. 水泥混凝土路面采用 10.66；

α₁—沥青路面采用 0.412. 水泥混凝土路面采用 0.461；

i —考虑损坏程度（轻、中、重）的第 i 项路面损坏类型；

i₀—包括损坏程度（轻、中、重）的损坏类型总数，沥青路面取 21。

表 3-3 沥青路面损坏类型和权重

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

3、路面病害调查

根据现场调查，项目路段沥青路面表现出来的病害主要是横向裂缝、纵向裂缝、车辙等，车辙位置主要位于 BRT 站台及灯控交叉口进口道范围，部分裂缝已采用热沥青灌缝处理，西园路站台 BRT 车道路面近期维修过，路面病害较少。



纵向裂缝



横向裂缝



修补



龟裂



块状裂缝



车辙 1（海棠路交叉口）



车辙 2（嘉瑞宝站台）



车辙 3（院前路站台）



车辙 4（平山路站台）

图 3-2 典型路面病害照片

表 3-4 主要车辙路段一览表

序号	位置	车辙最大深度（cm）	备注
1	海棠路交叉口进口道	3.7	
2	嘉瑞宝站台	6	
3	院前路站台	7.8	
4	院前路交叉口进口道	5.3	
5	西园路交叉口进口道	2.6	
6	平山路站台	4.0	
7	平山路交叉口进口道	3.1	

4、路面损坏（PCI）评价与分析

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

表 3-5 沥青路面破损状况等级评定标准

评定等级	优	良	中	次	差
路面状况指数 PCI	≥ 90	≥ 80, <90	≥ 70, <80	≥ 60, <70	<60

（1）按百米统计路面破损状况

表 3-6 沥青路面百米破坏状况评定表

桩号	上行 BRT 车道			下行 BRT 车道		
	DR	PCI	评级	DR	PCI	评级
K6+200~K6+300	2.59	77.78	中	5.39	69.98	次
K6+300~K6+400	10.72	60.14	次	10.45	60.55	次
K6+400~K6+500	9.81	61.57	次	10.51	60.47	次
K6+500~K6+600	1.28	83.39	良	12.75	57.19	差
K6+600~K6+700	13.33	56.39	差	17.81	50.86	差
K6+700~K6+800	22.67	45.74	差	26.67	41.98	差
K6+800~K6+900	6.77	67.01	次	1.28	83.39	良
K6+900~K7+000	3.41	75.13	中	2.13	79.50	中
K7+000~K7+100	2.20	79.24	中	2.13	79.50	中
K7+100~K7+200	22.93	45.47	差	26.67	41.98	差
K7+200~K7+300	5.33	70.10	中	5.33	70.10	中
K7+300~K7+400	21.33	47.07	差	22.83	45.58	差
K7+400~K7+500	2.77	77.16	中	4.96	70.98	中
K7+500~K7+600	1.07	84.60	良	8.75	63.35	次
K7+600~K7+700	0.88	85.77	良	2.72	77.35	中
K7+700~K7+800	1.07	84.60	良	3.20	75.78	中
K7+800~K7+900	1.81	80.83	良	3.79	74.04	中
K7+900~K8+000	0.64	87.52	良	9.07	62.80	次
K8+000~K8+100	0.43	89.44	良	1.07	84.60	良
K8+100~K8+200	3.31	75.45	中	3.09	76.11	中
K8+200~K8+300	5.33	70.10	中	2.16	79.40	中
K8+300~K8+400	6.35	67.88	次	0.48	88.91	良
K8+400~K8+500	15.73	53.31	差	18.83	49.73	差
K8+500~K8+600	26.67	41.98	差	26.67	41.98	差
K8+600~K8+700	21.33	47.07	差	0.00	100.00	优
K8+700~K8+800	1.49	82.31	良	1.71	81.30	良

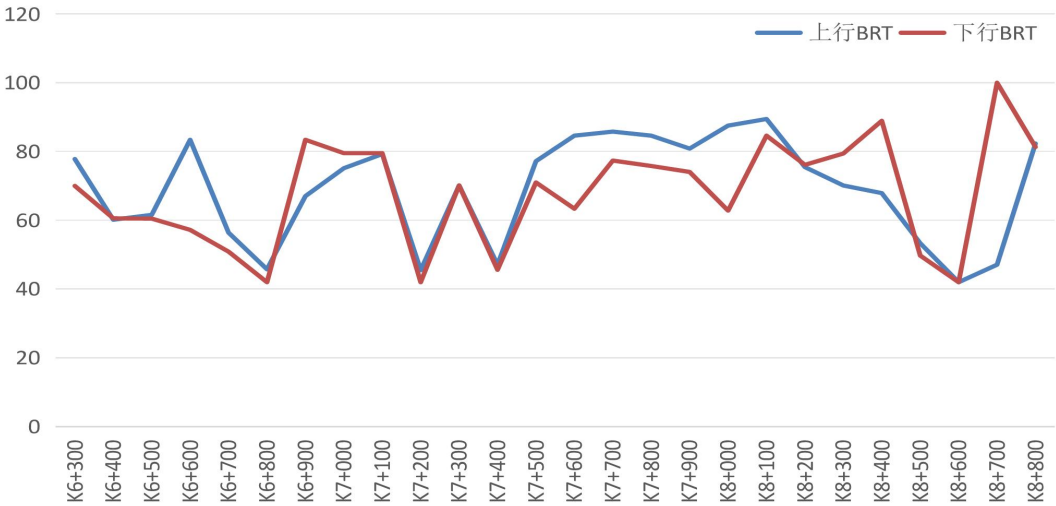


图 3-3 沥青路面百米破坏状况评定表

根据以上数据分析可知，上行路段 PCI 位于 41.98~89.44 之间，平均值为 69.12，总体评价等级为次；下行路段 PCI 位于 41.98~100 之间，平均值为 67.98，总体评价等级为次。

表 3-7 路面百米破损等级占比统计表

等级		优	良	中	次	差
上行 BRT	长度（百米）	0	8	7	4	7
	占比	0.00%	30.77%	26.92%	15.38%	26.92%
下行 BRT	长度（百米）	1	4	9	5	7
	占比	3.85%	15.38%	34.62%	19.23%	26.92%

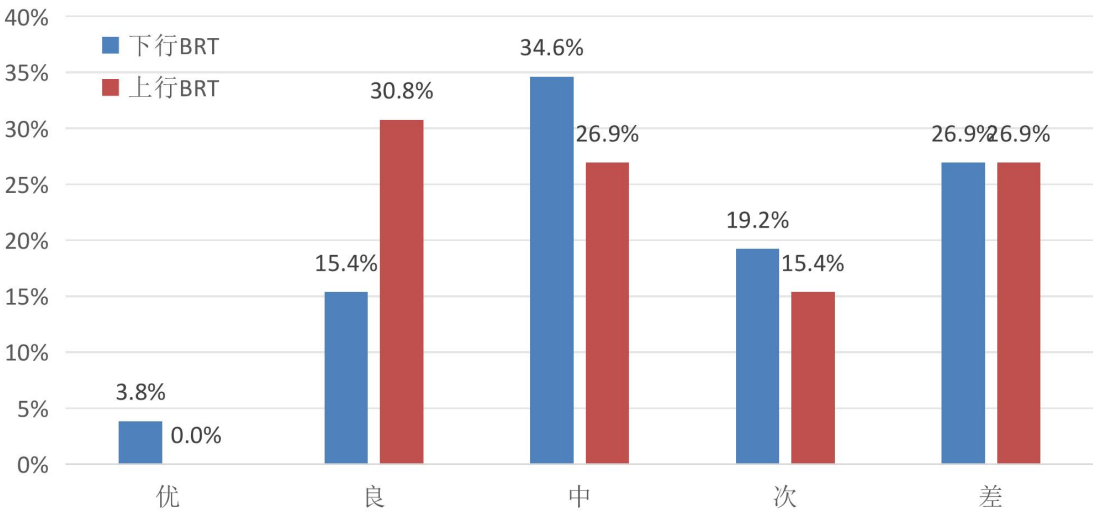


图 3-4 每百米评价单元路面评价等级统计

从路面破损占比统计情况来看，上行车道“良、中、次、差”占比分别为 30.8%、26.9%、15.4%和 26.9%；下行车道“优、良、中、次、差”占比分别为 3.8%、15.4%、

34.6%、19.2%和 26.9%。

（2）沥青路面病害占比统计

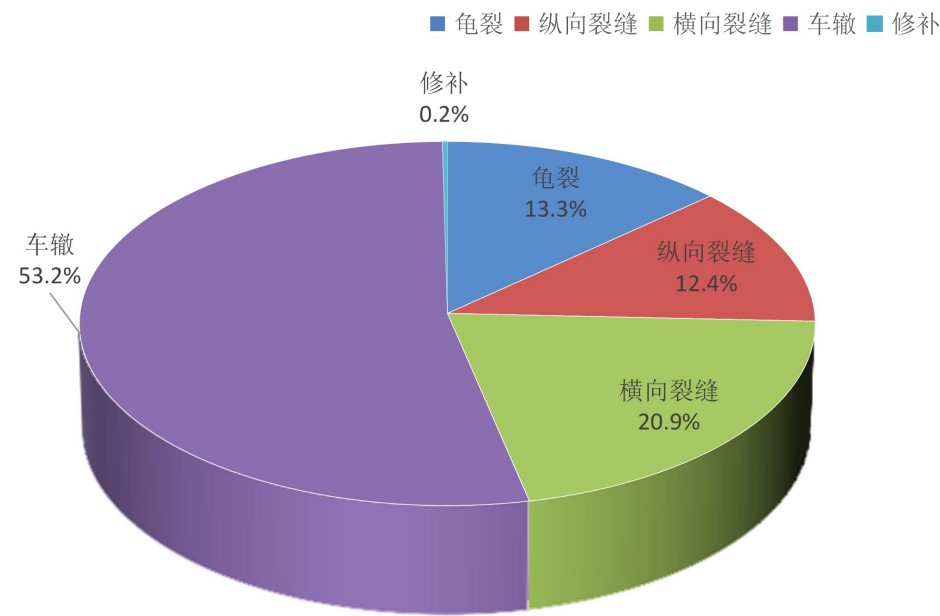


图 3-5 BRT 车道病害占比统计（上行）

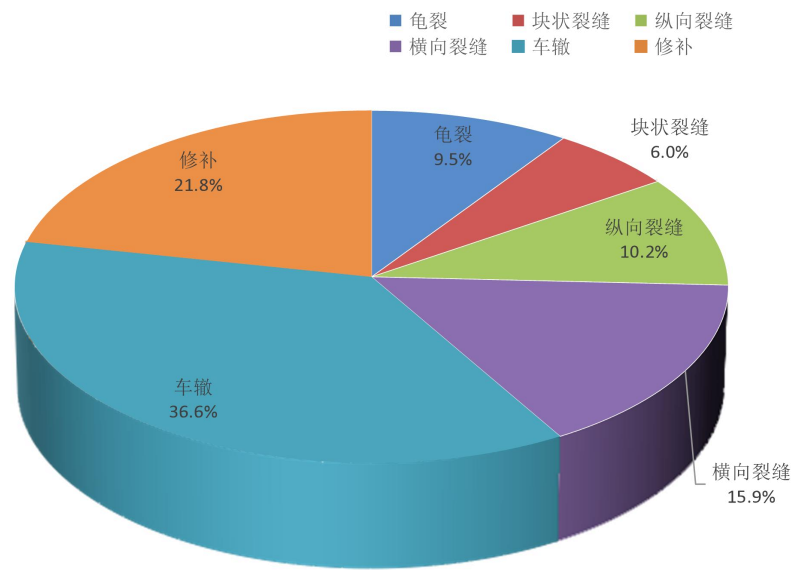


图 3-6 BRT 车道病害占比统计（下行）

由以上图表可以得出以下结论：
从面积百分比上看，上行车道车辙、横向裂缝占比 53.2%、20.9%；下行车道车辙、修补、横向裂缝占比 36.6%、21.8%和 15.9%，其它类型病害占比较小。

3.1.3 路面结构强度检测（弯沉）

路面弯沉是路面结构强度的函数，路面结构强度通过路面回弹弯沉用路面结构强度

指数（PSSI）评价。

$$PSSI=100/\left(1+\alpha_0e^{\alpha_1PSSI}\right)$$
$$SSI=l_d/l_0$$

式中：SSI——路面结构强度指数；

l_d ——路面弯沉标准值，0.01mm；
 l_0 ——路面代表弯沉，0.01mm；
 α_0 ——模型参数，采用 15.71；
 α_1 ——模型参数，采用-5.19。
 $l_d=600Ne^{-0.2}Ac*As*AB$

N_e -沥青路面结构性修复设计年限内设计车道上的当量设计轴载累计作用次数。

AC-公路技术等级系数，一级公路取 1.0，二级公路取 1.1。

AS-路面面层类型系数，沥青沥青混凝土面层取 1.0。

AB-路面结构类型系数，半刚性基层沥青路面取 1.0，柔性基层沥青路面取 1.6。

弯沉检测采用落锤式弯沉仪，对老路弯沉进行了整理和评定。

表 3-8 路面结构强度百米统计表

桩号	上行 BRT 车道			下行 BRT 车道		
	代表弯沉	路面结构强度 PSSI	路面结构强度等级	代表弯沉	路面结构强度 PSSI	路面结构强度等级
K6+200~K6+300	21.21	98.41	优	22.44	97.70	优
K6+300~K6+400	29.01	90.69	优	22.44	97.70	优
K6+400~K6+500	18.00	99.53	优	21.52	98.25	优
K6+500~K6+600	20.76	98.63	优	24.19	96.37	优
K6+600~K6+700	18.58	99.39	优	23.73	96.76	优
K6+700~K6+800	22.12	97.90	优	24.69	95.92	优
K6+800~K6+900	19.76	99.04	优	21.27	98.38	优
K6+900~K7+000	21.78	98.10	优	18.85	99.32	优
K7+000~K7+100	21.51	98.25	优	19.81	99.02	优
K7+100~K7+200	25.10	95.52	优	20.71	98.65	优
K7+200~K7+300	24.15	96.40	优	17.88	99.55	优
K7+300~K7+400	26.54	93.96	优	21.61	98.20	优
K7+400~K7+500	24.44	96.15	优	20.24	98.85	优
K7+500~K7+600	22.86	97.42	优	19.22	99.21	优
K7+600~K7+700	27.84	92.33	优	21.29	98.37	优
K7+700~K7+800	22.17	97.87	优	21.87	98.05	优

K7+800~K7+900	19.99	98.95	优	21.15	98.44	优
K7+900~K8+000	23.60	96.86	优	22.38	97.74	优
K8+000~K8+100	19.83	99.01	优	23.70	96.78	优
K8+100~K8+200	24.03	96.51	优	22.02	97.96	优
K8+200~K8+300	28.16	91.90	优	18.92	99.30	优
K8+300~K8+400	21.34	98.34	优	25.42	95.20	优
K8+400~K8+500	25.53	95.08	优	25.77	94.83	优
K8+500~K8+600	24.78	95.83	优	22.32	97.78	优
K8+600~K8+700	21.72	98.14	优	25.27	95.35	优
K8+700~K8+800	19.73	99.05	优	20.76	98.63	优

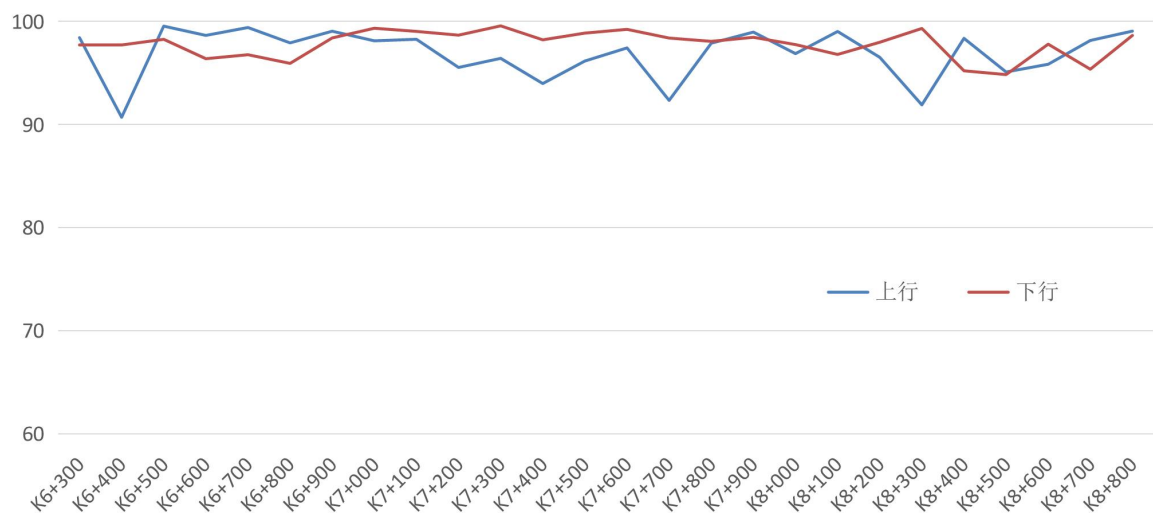


图 3-7 PSSl 每百米变化统计图

对路面结构强度统计分析，得出如下结论：

上行车道弯沉代表 18.00~28.16(0.01mm)，平均值为 22.87，路面结构强平均值 96.90，总体评价等级为优；下行车道弯沉代表值 17.88~25.77，平均值为 21.90，路面结构强度指数平均值 97.78，总体评价等级为优。

3.1.4 沿线设施状况调查

1、BRT 站台

项目路段共有4对8座BRT站台，分包为平山站、西园路站、院前路站、嘉瑞宝广场站。



图3-8 现状BRT站台

2、标线

本项目路段标线、地面标记存在不同程度老化、磨损，特别交叉口标线磨耗严重，逆反系数低，夜间行车安全隐患大。



图 3-9 现状标线

3、护栏

中分带设置城市隔离护栏，现状护栏完好，本次维持利用。



图 3-10 现状护栏

4、交叉口调查

经现场调查统计，项目路段共有5处交叉口，均采用信号灯控制，交叉口均进行渠化。

表3-9 交叉口一览表

序号	中心桩号	被交道路等级	交叉形式	相交道路名称	交通管理方式
1	K6+167	主干路	十字形平交	海棠路	信号控制
2	K6+691	支路	十字形平交	东园路	信号控制
3	K7+219	次干路	十字形平交	院前路	信号控制
4	K7+761	支路	十字形平交	西园路	信号控制
5	K8+818	次干路	十字形平交	平山路	信号控制



图 3-11 现状交叉口

3.2 病害原因分析

本项目 BRT 车道路面表现出来的病害主要是横向裂缝、纵向裂缝、车辙等，主要原

因如下：

1、沥青表面层性能衰减

该段道路自 2012 建成通车以来已接近 14 年，期间仅对路面进行日常小修保养，现状沥青老化，表面层石料磨光, 混合料压密、集料脱落，沥青黏附性下降。

2、路面结构层层间黏结差

本路段取芯 4 处，基层和面层均未粘结，层间粘结差导致形成空隙，路面结构层不能整体受力，同时雨水、雪水易渗入并滞留于界面，容易造成水毁。

3、从主要病害成因原理分析

（1）车辙

从车辙的形成原因及表现特征分析，沥青路面车辙病害可分为磨耗型、结构型、失稳型及压密型 4 类：

①磨耗型车辙

磨耗型车辙是在交通车辆轮胎磨耗和环境条件的综合作用下导致路面磨损，面层内集料颗粒逐渐脱落；在冬季路面铺撒防滑料(如：砂)时，磨损型车辙会加速发展，该类车辙目前国内沥青路面出现极少。

②结构型车辙

结构型车辙主要是基层等路面结构层或路基强度不足，在交通荷载反复作用下产生向下的永久变形，作用或反射于路面。这类车辙的宽度较大，两侧没有隆起的现象，横断面成 V 字形。本项目基本无此类车辙病害。

③失稳型车辙（流动性）

失稳型车辙又称流动型车辙，绝大多数是由于在交通荷载产生的剪切应力的作用下，路面层材料失稳，凹陷和横向位移形成的。

失稳型车辙的外观特点是沿车辙两侧可见混合料失稳横向蠕变位移形成的凸缘。一般出现在车辆轮迹的区域内，当经碾压的路面材料的强度不足以抵抗交通荷载作用于它上面的应力、特别是重载车辆高频率通过，路面反复承受高频重载时，极易产生此类车辙。此外，在高速公路的进、出口，收费站或一般公路的交叉路口等减速或缓行区，这类车辙也较为严重。因为这些地区车速较低，交通荷载对路面的作用时间较长，易于引起路面材料失稳，横向位移和永久变形。

④压密型车辙

压密型车辙是由于亚应力超过沥青混合料的抗压强度，碾压过密造成压密型车辙。这种车辙主要是因路面压实过密，造成粗集料破碎或因压实不足，造成空隙过大以及车辆轴载超过沥青混合料抗压强度所致。



现状车辙照片



芯样照片

结论：根据现场调查和取芯分析，下行 K6+800 和上行 K7+350 下面层厚度均为 6cm，根据各面层车辙深度贡献率计算得知，车辙贡献率为 75%~86%，可见车辙发生层位主要在沥青路面下面层。BRT 车辆重量大，在站台、灯控交叉口制动频繁，沥青路面在较大行车动荷载作用下将受到较大剪应力作用，再加上气候明显，夏季多雨、冬季寒冷，使得沥青产生一定程度老化，影响沥青粘附性和层间粘结，使得沥青路面竖向抗剪变形能力下降，在行车荷载反复作用时，沥青路面各结构层产生的永久变形的累积，从而形成流动性车辙。

（2）横向裂缝

主要原因有温度变化大，低温收缩、半刚性基层产生裂缝后反射至路面，少数为疲劳裂缝。根据取芯分析，横向裂缝芯样多为自面层至基层的贯穿裂缝，且下宽上窄，该类裂缝属反射裂缝。

4 路面养护方案

4.1 路面病害处治思路

根据调查结果，结合本项目实际情况和交通量需求，对本次道路养护大中修工程提出以下原则：

- 1、遵循决策科学、管理规范、技术先进、优质高效、绿色安全的原则。
- 2、充分调查和分段评估现有路面状况，分析的路面损坏原因，提出针对性改建方案，同时对改建方案技术经济比较分析；

3、本次路面病害治理尽可能做到段落的连续性，做到标本兼治，不留隐患；

4、充分利用既有路面结构性能，减少废弃材料，尽可能再生利用铣刨挖除后的面层废旧沥青混凝土、基层水稳碎石；

5、采用动态设计的理念，工程实施阶段应逐段调查分析现场路况，动态调整改建方案。

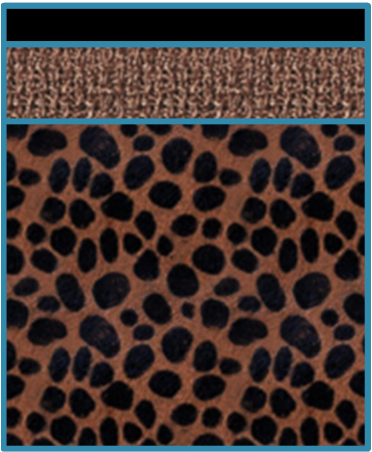
4.2 设计指标

- 1、设计年限：3 年。
- 2、设计标准：沥青混凝土路面以单轴-双轮组 100KN 为标准轴载。

4.3 路面结构设计

项目路段路面病害较为严重，上行段 PCI 平均值为 69.12，下行段 PCI 平均值为 67.98，总体评价等级为次；路面结构强度较好，评价等级均为优。路面改造方案如下：

改造方案：铣刨 BRT 车道老路 4cm 沥青砼上面层（8.3m），修补老路下面层和基层病害后，重新加铺 4cm SMA-13 改性沥青砼。



4cmSMA-13（改性）

老路下面层修补病害

老路基层修补病害后

4.4 下承层病害处治设计

根据面层铣刨后下承层的病害状况及严重程度选择不同的处治方案：

（1）纵、横缝病害：当老路沥青面层铣刨后，下承层出现纵、横向裂缝病害时，根据裂缝病害程度分别处治。

①轻微裂缝

缝宽<5mm，路面裂缝病害程度较轻，采用热沥青直接灌缝，再加铺 50cm 宽高性能应力吸收贴，最后加铺沥青面层。

②严重裂缝

缝宽>5mm 的裂缝，若裂缝两边无沉陷、松散情况，采用开槽灌缝方案，槽口尺寸至少 1.0cm 宽，1.3cm 深，清缝后灌封处理；若裂缝伴随沉陷、裂缝两侧松散情况，则裂缝及其周围松散部位根据坑槽、龟裂等病害的处治方法实施维修，挖除病害处基层重新铺设。

（2）块状裂缝、龟裂、松散、沉陷病害：当将老路沥青面层铣刨后，下承层出现块状裂缝、龟裂、松散、沉陷情况，按照“圆洞方补、斜洞正补”的原则挖除病害位置基层，一般段采用水泥稳定碎石或 C20 素混凝土回铺，站台附近采用钢筋混凝土板块，面层和基层新老搭接位置加铺 50cm 宽的高性能应力吸收贴。

4.5 纵断面设计

根据路面加铺改造方案，拟合现状纵断面高程，尽量维持现状纵断面线形，并做好起终点、交叉口等过渡段衔接处理。

4.6 横断面设计

根据设计资料和现场调查，道路横坡为 1.5%，本次设计原则维持原横断面现状。

5 安全设施及其他附属工程改造设计

5.1 交通标线

经现场调查，现状标线设置基本合理，标线整体状况良好，部分路段标线存在不同程度老化、磨损，特别交叉口路段，标线磨耗严重，逆反系数低。本项目路面改造完成后，须对路面标线进行全面恢复，采用热熔型标线。

2、标线的平面布设

根据标线的布设原则，本段路线布设的标线类型主要为专用车道线、地面标记等。

（1）BRT 专用道两侧划黄实线，线宽均为 25cm，采用振动标线，每隔 15m 设置排水缝，排水缝宽度为 3-5cm。

（2）驶入点处在 BRT 车道外侧漆画 1 道黄虚线，驶出点处在 BRT 车道内侧漆画 1 道黄虚线，黄虚线全长不小于 130m，线宽为 20cm，其中实线部分长 2m，虚线部分长 4m。

（3）地面标记字高 2m、3m，字高宽比为 3：1。

3、标线材料的选择

地面标线的布设应确保车流分道行驶，昼夜的视线诱导。标线材料的选择要使标线在黑色具备同白天一样的清晰度，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，做出的标线应具有良好的视认性，宽度一致，间隔相等，边缘等齐，线形规则，线条流畅。

本设计一般段标线采用热熔型 2 号涂料，厚度 1.8mm，（允许偏差：+0.5，-0.1）mm；热熔振荡标线厚度，干膜：基线厚度 1.8mm，突起高度 4-6mm。

4、交通标线施工注意事项

标线必须宽度一致、间隔相等、线型规则、边缘整齐、线条流畅，施工要求如下：

（1）标线涂层厚度调匀，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 $\gt 5^{\circ}$ 。

（3）热熔型涂料标线中内含玻璃珠质量与标线材料质量百分比应不低于 30%，标线中内含玻璃珠成圆率应不低于 GB/T24722 的规定，标线中总有机物质量与标线材料质量百分比应不低于 19%。

（4）白色路面标线的初始逆反射系数应不低于 $150\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ ，黄色路面标线的初始逆反射亮度系数不应低于 $100\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ 。

5.2 护栏、障碍柱

中分带设置城市隔离护栏，现状护栏齐全，人行过街处设置障碍柱，本次维持利用，施工前后做好拆装。

5.3 排水不畅站台路面

嘉瑞宝广场站、院前路站车道排水不畅，本次通过调整纵坡，使雨水排出 BRT 站台路面，老路铣刨后加铺时在站台中间向两侧设置 0.3%的纵坡，通过下面层调整纵坡。

6 重要材料及技术要求

6.1 SMA-13 沥青混凝土材料及技术要求

6.1.1 材料要求

1、沥青

上面层沥青采用 SBS 改性沥青，其质量应符合下表规定的技术要求。

表 6-1 上面层 SBS 改性沥青技术要求表

检验项目		单位	技术要求
针入度（25℃，100g，5S）		0.1mm	40～70
针入度指标 P I			-0.2～+1.0
延度（5cm/min，5℃），不小于		cm	25
软化点（TR&B），不小于		℃	70
旋转黏度（60℃），不小于		pa·s	20000
动力黏度（135℃），不大于		pa·s	3
闪点，不小于		℃	245
溶解度，不小于		%	99
离析、软化点差，不大于		℃	2.5
弹性恢复（25℃），不小于		%	80
RTFOT 后残留物	质量损失，不大于	%	±0.5
	针入度比（25℃），不小于	%	65
	延度（5cm/min，5℃），不小于	cm	15
SHRP 性能等级			PG76-22

2、粗集料：应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，粒径大于 2.36mm，上面层采用玄武岩或辉绿岩等石料，应采用反击式破碎机轧制的碎石，严格控制针片状颗粒含量，粗集料技术要求见下表。

表 6-2 上面层用粗集料质量技术要求

检 验 项 目		技术要求	
石料压碎值	不大于（%）	常温	20
		高温	24
洛杉矶磨耗损失	不大于（%）	28	
表观相对密度	不小于	2.6	
吸水率	不大于（%）	2.0	
对沥青的粘附性	不小于	不小于 5 级	
坚固性	不大于（%）	12	
针片状颗粒含量	不大于（%）	12	
水洗法<0.075 mm 颗粒含量	不大于（%）	1 号料	0.6
		2 号料	0.8
		3 号料	1.0
软石含量	不大于（%）	3	
上面层石料磨光值	不小于（BPN）	42	
抗压强度	不小于（Mpa）	120	

注：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%（质量比）。

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人工轧制

的石灰岩或玄武岩细集料，不能采用山场的下脚料。细集料规格见下表。

表 6-3 细集料规格（方孔筛）

规格	公称粒径（mm）	通过下列筛孔（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

注：（1）视密度不小于 2.60g/cm³；
（2）砂当量不得小于 60%（宜控制在 70%以上）；
（3）小于 0.075mm 质量百分率宜不大于 12.5%；
（4）棱角性不小于 30S。

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

表 6-4 面层用矿粉技术要求

指 标		技术要求
表观相对密度	不小于（%）	2.50
含水量	不大于（%）	1.0
粒度范围（%）	<0.6mm	100
	<0.15mm	90～100
	<0.075mm	85～100
外观		无团粒结块
亲水系数	不大于	1.0
塑性指数	不大于	4.0
PH值		7～8

注：亲水系数宜不大于 0.8。

5、抗剥离剂：沥青上面层用抗剥离剂，粘附性 5 级，应有较强的抗老化性能，在 163℃老化 5 小时后，残留稳定度不小于 85%，冻融劈裂强度比不小于 80%。

6、稳定剂：采用优良的木质素絮状纤维，掺加比例为沥青混合料总质量的 0.3%～0.4%。木质素絮状纤维技术指标应满足下表要求。

表 6-5 木质素絮状纤维标准

试验项目		质量标准
筛分析：		
方法 A：冲气筛分析	纤维长度（mm）	不大于 6
通过 0.15mm 筛	（%）	70±10
方法 B：普通筛分析	纤维长度（mm）	不大于 6
通过 0.85mm 筛	（%）	85±10
通过 0.425mm 筛	（%）	65±10
通过 0.106mm 筛	（%）	30±10
灰分含量	（%）	18±5，无挥发物
PH 值		7.5±1.0

编制：

复核：

审核：

S I -1

吸油率	5-9 倍
含水率（%）	小于 5（以质量计）

6.1.2 配合比设计

1、SMA 沥青玛蹄脂碎石混合料技术标准

改性 SMA-13 的矿料级配采用间断级配，其级配范围应符合表 6-6 的要求；改性 SMA-13 的配合比设计应符合表 6-7 的技术要求；改性 SMA-13 设计配合比检验应符合表 6-8 各项指标的要求。

表 6-6 上面层 SMA-13 矿料级配通过率（%）范围

方筛孔尺寸（mm）	改性 SMA-13
16.0	100
13.2	90～100
9.5	50～75
4.75	22～32
2.36	16～27
1.18	14～24
0.6	12～20
0.3	10～16
0.15	9～13
0.075	8～12

表 6-7 SMA-13 马歇尔试验配合比设计技术要求

试验项目	单 位	技术要求
马歇尔试件击实次数		两面各击 75 次
空隙率 VV	%	3-4.5
矿料间隙率 VMA	%	≥16.5
粗集料骨架间隙率 VCA _{mix}		不大于 VCA _{DRC}
沥青饱和度 VFA	%	75-85
稳定度	KN	≥6.0
流值	mm	2-5

表 6-8 SMA-13 配合比设计检验指标技术要求

检验项目		单位	技术要求	试验方法	备注
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失		%	≤0.1	T0732	
肯塔堡飞散试验的混合料损失（20℃）		%	≤15	T0733	
车辙试验动稳定度		次 / mm	≥3000	T0719	加测10000次加载的车辙深度
水稳定性	残留马歇尔稳定度	%	85以上	T0709	高温改采用70℃
	冻融劈裂试验残留强度比	%	80以上	T0729	

小梁低温抗裂试验的弯曲破坏应变		≥2500 μ ε	T0715	
渗水系数	ml/min	<80	T0730	
构造深度	mm	0.7—1.1	T0731	

注：1. 谢伦堡沥青析漏试验在施工最高温度下进行，没有明确规定时，改性沥青混合料的试验温度为 185℃ 。
2. 车辙试验试件不得采用经二次加热重塑成型的试件。
3. 渗水系数规定值仅适用于配合比设计室内试验的压实试验检验，不适用于施工现场检验。
4. 构造深度与集料公称最大粒径有关，粒径小的构造深度也小，此值不作为施工现场检验的标准。
5. 车辙试验动稳定度，加测 10000 次的车辙深度，并绘制 次数与车辙深度关系曲线，以便确定 10000 次的车辙深度标准和车辙深度达到 5mm 时的加载次数标准。

2、SMA-13 沥青玛蹄脂碎石混合料配合比设计步骤：

（1）目标配合比设计阶段

用工程实际使用的材料按《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中附录 B 的方法，优选矿料级配、确定最佳沥青用量，符合配合比设计技术标准和配合比设计检验要求，以此作为目标配合比，供拌和机确定各冷料的供料比例、进料速度和试拌使用。

（2）生产配合比设计阶段

对间隙式拌和机，应按规定方法取样测试各热料仓的材料级配，确定各热料仓的配合比，供拌和机控制室使用。同时选择适宜的筛孔尺寸和安装角度，尽量使各热料仓的供料大体平衡。并取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、OAC±0.3%等 3 个沥青用量进行马歇尔试验和试拌，通过室内试验及从拌和机取样试验综合确定生产配合比的最佳沥青用量，由此确定的最佳沥青用量与目标配合比设计的结果的差值不宜大于±0.2%。

（3）生产配合比验证阶段

拌和机按生产配合比结果进行试拌、铺筑试验段，并取样进行马歇尔试验，同时从路上钻取芯样观察空隙率的大小，由此确定生产用的标准配合比。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优选的工程设计级配范围的中值，并避免在 0.3mm～0.6mm 处出现驼峰。对确定的标准配合比，宜再次进行车辙试验和水稳定性检验。

（4）确定施工级配允许波动范围。

根据标准配合比及《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）第 11 章质量管理要求中各筛孔的允许波动范围，制定施工用的级配控制范围，用以检查沥青混合料的生产质量。

6.1.3 沥青路面施工

1. 把好原材料质量关
- （1）要注意粗细集料和填料的质量，对不合格的矿料，不准运进拌和厂。

（2）堆放各种矿料的地坪必须硬化，并具有良好的排水系统，避免材料被污染；各品种材料间应用墙体隔开，以免相互混杂。

（3）细集料及矿粉必须覆盖，细料潮湿将影响喂料数量和拌和机产量。

（4）木质素纤维的保管、存放、运输过程中均不得受潮。
2. 关于沥青混合料配合比设计的统一规定
- （1）对同一拌和厂两台拌和机，如果使用相同品种的矿料，可使用同一目标配合比。目标配合比需经驻地监理工程师审核，总监代表和总监助理审查，报总监批准后才能进行生产配合比设计。如果某种矿料产地、品种发生变化，必须重新进行目标配合比设计。

（2）每台拌和机均应进行生产配合比设计，由驻地监理工程师审核，总监代表和总监助理审查报总监批准后，才能进行试拌和试铺。
3. 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范围见下表。

表 6-9 改性 SMA-13 的施工温度℃

沥青加热温度	165～175
混合料出厂温度	170～185，超过 190 废弃
运到现场温度	不低于 165
摊铺温度	不低于 160，低于 140 作为废料
初压开始温度	不低于 150
复压最低温度	不低于 130
碾压终了温度	不低于 110

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沥青混合料油石比的误差。

- （3）拌和时间由试拌确定。改性 SMA-13 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 6-10 建议的改性 SMA-13 拌和时间及加料采用次序

加矿料、纤维	干拌约 10S	加沥青、再加矿粉	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。调整矿粉填加方式，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、矿料级配和沥青混合料的物理力学性质。

- （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，改性 SMA-13 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。以各仓用量和各仓筛分结果，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。

- 4）为避免碾压式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、停止必须减速缓刑，不准刹车制动。压路机折回不应处在同一横断面上。

4. 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，孔口距车箱底面约 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）运料车应用完整无损的双层蓬布覆盖，卸料过程中继续覆盖直到卸料结束

取走篷布，以资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档，靠摊铺机推动前进。

5. 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—4m/min 左右予以调整，通常不超过 3m/min，对改性 SMA-13 容许放慢到 1—2m/min，做到缓慢、均匀、不间断地摊铺。不应任意以快速摊铺几分钟，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）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℃时不宜摊铺改性 SMA-13。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。

6. 沥青混合料的压实

（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，碾压温度应符合表 6-9 的规定。

改性 SMA-13 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。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。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，改性 SMA-13 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改性 SMA-13 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。

（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别，可参照下表通过试铺确定。

表 6-11 改性 SMA-13 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	——

（4）改性 SMA-13 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，且碾压温度符合表 6-9 的规定。

（5）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。压路机折返应呈梯形，不应在同一断面上。

（6）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。

（7）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、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗检查,使面层做到既不漏压也不超压。改性 SMA-13 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马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。

（8）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。

（9）改性 SMA-13 压实完成 24 小时，其余沥青混合料压实完成 12 小时后，方能允许施工车辆通行。

7. 施工接缝的处理

（1）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 15～20cm 左右的摊铺层重叠，以热接缝形式在最后作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。

8. 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）上面层渗水系数的合格率宜不小于 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。

以上检查方法、检查频率和质量要求列于下表。

表 6-12 改性 SMA-13 路面施工质量检验要求

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法或频率
1△	压实度 ^a （%）	≥试验室标准密度的 98%	《公路养护工程质量检验评定标准》附录 B

			≥最大理论密度的 94% ≥试验段密度的 99%	
2	平整度 ^b	(mm)	≤1.2	平整度仪：全程每车道施工段连续，按每 100m 计算 σ 或 IRI
		IRI (m / km)	≤2.0	
3△	厚度 ^c (mm)	平均值	总厚度不小于设计值	《公路养护工程质量检验评定标准》附录 H
		合格值	总厚度：-10%H 上面层：-20%h	
4	宽度 (mm)		不小于设计值	钢卷尺：每 100m 测 2 个断面
5	渗水系数 (ml/min)		SMA 路面≤120ml/min 其他路面≤200ml/min	渗水试验仪：每 1500m ² 测 1 处
6	抗滑性能	摩擦系数	SFC60≥54	摆式仪：每 1500m ² 测 1 处 横向力系数车：按附录 L 检查
		构造深度 (mm)	TD≥0.55mm	铺砂法：每 1500m ² 测 1 处
7	横坡 ^d （%）		±0.3%	水准仪：每 100m 测 1 个断面
8	弯沉值 ^d （0.01mm）		不大于设计值	《公路养护工程质量检验评定标准》附录 J
9	纵断高程 ^d （mm）		±15	水准仪：每 100m 测 2 个断面
10△	沥青含量（%）		满足生产配合比要求	T0722、T0721、T0735，每台班 1 次
11	马歇尔稳定度		满足生产配合比要求	T0709，每台班 1 次

注：a表内压实度，高速公路、一级公路应选用2个标准评定，以合格率低 的作为评定结果；带*者是指沥青玛脂碎石（SMA）路面。

b表内 σ 为平整度仪测定的标准差；IRI为国际平整度指数；h为3m直尺与面层的最大间隙。表中平整度在顶层检测，任选1 个标准评定。

c表中厚度仅规定负允许偏差。H 为沥青层总厚度，h 为沥青上面层厚度。

d根据设计要求确定是否实测弯沉值、横坡、纵断高程指标。

6.2 SUP-25 沥青混凝土厂拌热再生材料及技术要求

厂拌热再生沥青混合料是采用对旧沥青路面铣刨后，将 RAP 材料运送到拌和厂经热再生拌和设备加热后与新的沥青混合料按设定的掺加比例进行拌和后生产的沥青混合料，现提出如下材料及施工技术要求。

6.2.1 材料要求

厂拌热再生的原材料主要有新加沥青、新加集料、矿粉、沥青面层 RAP 材料以及再生剂。

（1）回收沥青路面混合料

用于厂拌热再生的回收沥青路面材料（RAP 料）应干燥、洁净，无沥青粘结的砂石料不得多于旧料质量的 5%，含泥量不得大于 1%。

用于再生生产的 RAP 料颗粒尺寸应小于 31.5mm（方孔筛），RAP 料的检测项目与质量要求见下表。

编制：

复核：

审核：

表 6-13 厂拌热再生时 RAP 检测项目与质量要求

材 料	检测项目	技术要求	试验方法
RAP	含水率	≤3	《沥青路面厂拌热再生施工技术规范》（DB32-T 3312-2017）
	RAP 级配	实测	
	沥青含量	实测	
	砂当量（%）	≥60	
RAP 中的沥青	针入度（0.1mm）	≥20	抽提，JTG E20
	60℃黏度	实测	
	软化点	实测	
	15℃黏度	实测	
RAP 中的粗集料	针片状颗粒含量、压碎值	实测	抽提， JTG E42
RAP 中的细集料	棱角性	实测	

注：1、按照 JTGF40 的有关要求评定 RAP 中集料和沥青；

2、RAP 集料不符合 JTGF40 相关技术要求时，但新旧集料混合后的集料质量符合 JTGF 40 要求的，可以使用。

（2）新沥青

新沥青采用 SBS 改性沥青，技术要求见表 6-1。

（3）再生剂

热拌沥青再生剂应符合下表的要求。

表 6-14 热拌沥青混合料再生剂质量要求

检测项目	RA-1	RA-5	RA-25	RA-75	RA-250	RA-500	检测方法
60℃黏度 cSt	50～175	176～900	901～4500	4501～12500	12501～37500	37501～60000	T0619
闪点（℃）	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	T0633
饱和分含量（%）	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	T0618
芳香分含量（%）	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	T0618
薄膜烘箱试验前后黏度比	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	T0619
薄膜烘箱试验前后质量比（%）	≤4，≥-4	≤4，≥-4	≤3，≥-3	≤3，≥-3	≤3，≥-3	≤3，≥-3	T0609 或 T0610
15℃密度	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	T0603

注：薄膜烘箱试验前后黏度比=试样薄膜烘箱试验后黏度/试样薄膜烘箱试验前黏度。

（4）粗集料

(1)上面层采用玄武岩或辉绿岩等石料，应采用反击式破碎机轧制的碎石，严格控制针片状颗粒含量。下面层粗集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，采用石灰岩。

(2)粗集料的粒径规格应按《公路沥青路面施工技术规范》第 4.8.3 条的规定生产和

选用。粗集料应采用石质坚硬、洁净、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，粒径大于 2.36mm。

(3)粗集料具有 2 个破碎面颗粒的含量不少于 75%，应采用反击式破碎机扎制的碎石。

表 6-15 沥青混合料用粗集料质量技术要求表

检验项目	单位	技术要求
		Sup-25
石料压碎值，不大于	%	24
洛杉矶磨耗损失，不大于	%	28
表观相对密度，不小于	t/m ³	2.6
吸水率，不大于	%	2.0
对沥青的黏附力，不小于		4 级
坚固性，不大于	%	12
针片状颗粒含量（混合料），不大于	%	15
水洗法<0.075mm 颗粒含量，不大于	%	1.0
软石含量，不大于	%	3

（5）细集料

细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质。其质量应符合下表的要求。

细集料采用石灰岩石料生产，其规格应符合下表的要求。细集料施工单位自检不少于每 200t 检验一次。

表 6-16 沥青混合料用机制砂或石屑规格表

规格	公称粒径（mm）	水洗法通各筛孔的质量百分比（%）						
		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

（6）填料

沥青混合料的填料必须采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉。

矿粉应干燥、洁净，能自由地从矿粉仓流出，其质量应符合下表的要求。

不得将拌合机回收的粉尘作为矿粉使用。

矿粉施工单位自检不少于每 50t 检验一次。

表 6-17 沥青混合料用矿粉质量要求表

视密度（t/m ³ ）	含水率（%）	塑性指数	亲水系数	粒度范围（%）		
				<0.6mm	<0.15mm	<0.075mm
不小于 2.5	不大于 1	<4	<1	100	90～100	85～100

6.2.2 再生混合料配合比设计

(1) 目标配合比设计阶段

a.确定各矿料的组成比例。掺加 20%左右的 RAP 材料，按规范要求进行相应的配合比设计工作，分别取具有代表性的筛分后的沥青旧料，对其进行抽提、筛分，确定 RAP 材料残留沥青用量和级配。同时从施工现场分别取各种矿料进行筛分，用计算机或图解计算各种矿料和 RAP 材料的合成级配，使合成的矿质混合料级配符合表 6-20 的范围，使合成的沥青用量满足经验采用的沥青用量。

b.确定沥青的最佳油石比。用计算确定的矿料组成和经验采用的油石比范围，按 0.5%间隔变化,取五个不同的油石比，按照试验结果，分别绘制稳定度、流值、空隙率、饱和度、VMA 与油石比的关系曲线，综合分析确定目标配合比的最佳油石比 OAC。

c.残留稳定度检验。按以上配合比制备沥青混合料马歇尔试件，做浸水 48 小时马歇尔试验，检验残留稳定度必须满足表 6-19 的规定。

(2) 生产配合比设计阶段

a.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，根据筛分结果和 RAP 材料的级配情况，通过计算，使矿质混合料的合成级配接近目标配合比并符合设计规定，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。

b.确定最佳油石比。取目标配合比设计的最佳油石比 OAC 和 $OAC \pm 0.3\%$ 三个油石比，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马歇尔试验，按目标配合比设计方法绘图分析，得出 OAC1 和 OAC2 后综合确定生产配合比的最佳油石比 OAC。按以上方法确定的 OAC 可能与目标配合比的 OAC 不一致，如相差不超过 0.2 个百分点，应按生产配合比确定的 OAC 进行试件拌和试铺，或分析确定试拌试铺用油石比；如相差超过 0.2 个百分点，应找出原因，进一步试验分析后确定试拌试铺用油石比。

c.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表 6-19 的规定。

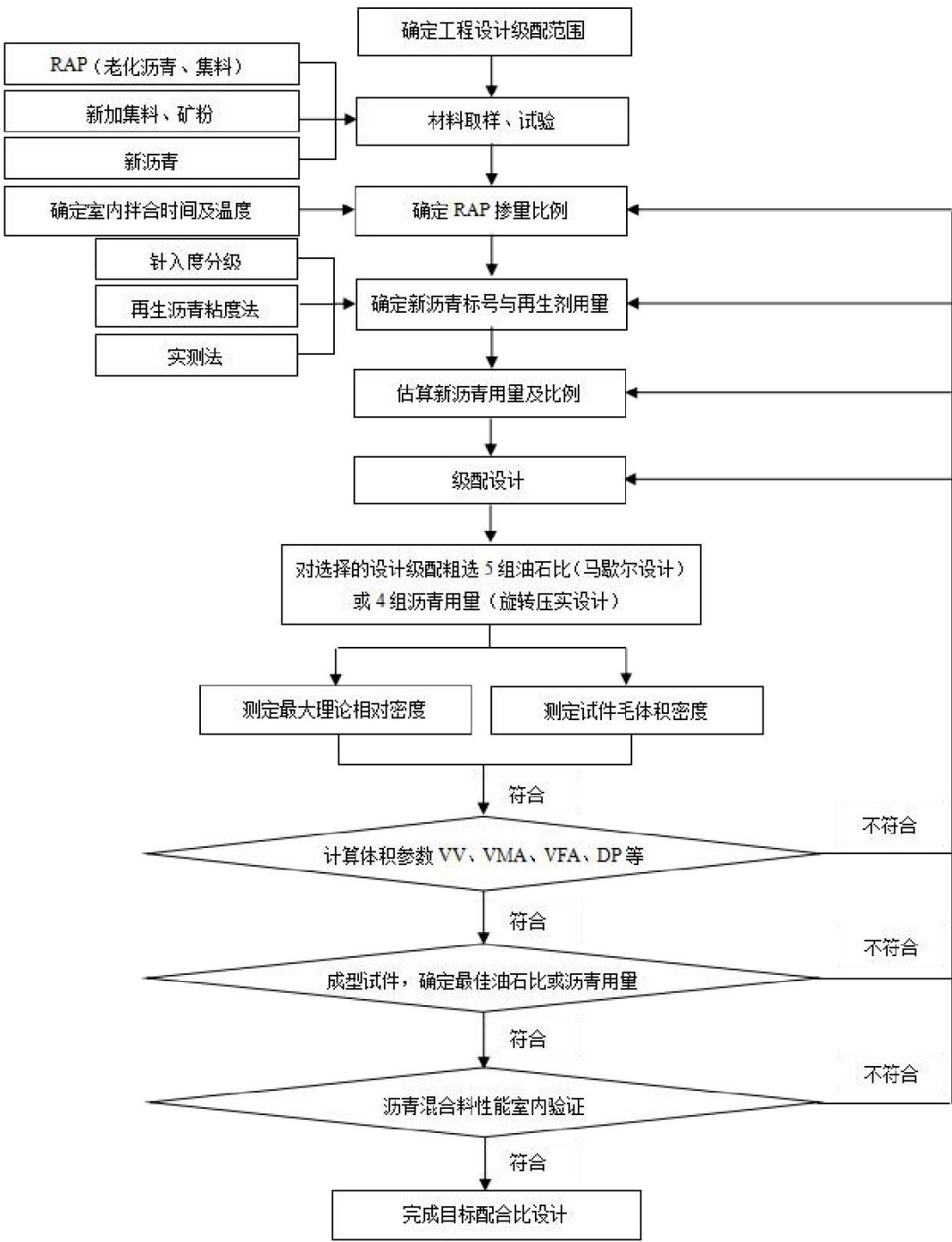


图 6-2 目标配合比设计流程图

(3) 生产配合比验证阶段

用生产配合比进行试拌，沥青混合料的技术指标合格后铺筑试铺段。取试铺用的沥青混合料进行马歇尔试验检验和沥青含量、筛分试验，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。

表 6-18 Superpave 混合料体积性质指标表

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

注：当级配在禁区下方通过时，粉胶比可取值 0.8~1.6。

表 6-19 Superpave 混合料马歇尔指标表

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
Sup-25	4~6	≥8.0	20~40	60~70	≥12	≥85

Superpave 设计方法混合料矿料级配限制区界限见表 6-30，级配控制点见表 6-31。

表 6-20 Superpave 设计集料级配限制区界限

沥青混合料类型	筛孔尺寸（mm） 禁区范围（通过率%）	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75
Sup-25	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 6-21 Superpave25 设计集料级配控制点界限

沥青混合料类型	筛孔尺寸（mm） 禁区范围（通过率%）	31.5	25	19.0	12.5	2.36	0.075
Sup-25	最小	-	90	-	-	19	1
	最大	100	100	90	-	45	7

配合比设计根据工程实际使用情况，由业主委托专业的实验室开展，提出符合本工程的目标配合比，并通过验证后进行正式开工。

6.2.3 厂拌热再生面层的施工方法及注意事项

回收沥青路面材料（RAP）→回收沥青路面材料（RAP）的预处理和堆放→再生混合料拌制→再生混合料运输→再生混合料摊铺→再生混合料压实→养生和开放交通。

1、回收沥青路面材料（RAP）

回收沥青路面材料（RAP）回收可选用冷铣刨或机械开挖的方式，应减少对路面集料的破碎。路面铣刨回收 RAP 时，应精确控制铣刨或开挖厚度，以避免破坏下卧层路面结构，回收和存放 RAP 时不得混入基层废料、水泥混凝土废料、杂物和土等杂质。

2、回收沥青路面材料（RAP）的预处理和堆放

回收沥青路面材料（RAP）必须进行二次破碎处理。破碎时，使用推土机、装载机等机械将一个料堆的回收沥青路面材料（RAP）充分混合，然后用破碎机或其他方式进行破碎，应使回收沥青路面材料（RAP）最大粒径小于再生混合料最大公称粒径，不应有超粒径材料。根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛孔尺寸，将破碎后回收沥青路面材料（RAP）筛分成不少于两档的材料，用装载机转运到堆料场均匀堆放，堆料场地面应进

行硬化处理，并具有防雨设施，不同档的回收沥青路面材料（RAP）应分开堆放并应进行明确标识，避免混合。回收沥青路面材料（RAP）在转运、堆放、使用时应避免离析，使用时，应从料堆的一端开始在全高度范围内铲料。

3、再生混合料拌制

厂拌再生混合料的拌制材料包括回收沥青路面材料（RAP）、新沥青、新集料和再生剂，拌和时应以室内配合比试验报告所提供的掺配比例进行拌和，并根据试验路混合料性能的检测结果进行适当调整，以达到满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中所要求的相应混合料性能。

厂拌再生混合料可以选用间歇式拌和设备或连续式拌和设备进行拌和，拌和设备必须具备回收沥青路面材料（RAP）的配料装置和计量装置。使用间歇式拌和设备，当回收回收沥青路面材料（RAP）掺量大于 10%，宜增加回收沥青路面材料（RAP）烘干加热系统。回收沥青路面材料（RAP）料仓数量应不少于两个，料仓内的回收沥青路面材料（RAP）含水率不应大于 3%。

厂拌热再生混合料的生产温度和加热时间应根据拌和设备的加热干燥能力、回收沥青路面材料（RAP）的含水率、再生混合料的级配，新沥青的粘温曲线等综合确定，以不加剧回收沥青路面材料（RAP）的再老化，提高生产能力，降低能耗并生产出均匀稳定的混合料为原则。使用间歇式拌和楼时，应适当提高新集料的加热温度，但最高温度不宜超过 200℃，加热过程中回收沥青路面材料（RAP）不得直接与明火接触，以防止回收沥青路面材料（RAP）表面沥青老化。干拌时间比普通混合料延长 5~10 秒，总拌和时间比普通混合料延长 15 秒左右，具体拌和时间见下表。再生混合料的出料温度比普通混合料高 5~10℃。

表 6-22 厂拌热再生沥青混合料拌和时间控制（s）

旧料	再生剂	矿料	新沥青	矿粉
10~15		10~15	15~20	20~25
拌和时间以混合料均匀、无花白料为前提，总拌和时间：55~75				

对于沥青混合料回收料（RAP）加热系统，其加热温度应在保证再生设备稳定、正常运转，沥青混合料回收料（RAP）在热再生设备中经加热后应保证连续生产，不得进行长期贮存，且在拌和楼生产过程中不得采用柴油、机油等稀释性物质作为隔离剂。再生混合料的施工温度控制范围见下表。

表 6-23 再生混合料施工温度（℃）

沥青加热温度	道路石油沥青	改性沥青
	150-160	160-170
RAP 材料加热温度	90-150	
沥青再生剂加热温度	宜 100-140	
混合料出厂温度	正常范围 150-160 超过 185℃者废弃	正常范围 175-185 超过 190℃者废弃
混合料运输到现场温度	不低于 150	不低于 165
摊铺温度	不低于 140	不低于 160
开始碾压混合料内部温度	不低于 130	不低于 150
碾压终了表面温度	不低于 70	不低于 90

每个台班结束时应打印出一个工作班材料用量和再生混合料拌和量的统计量，计算沥青及添加新材料的用量，与设计值及容许值的波动相比较，评定是否符合要求。如不符合要求时，应立即停止生产，分析原因，并采取相应的技术措施。

4、再生混合料运输

再生混合料采用 15t 以上自卸车运输，需要的车辆根据下式确定。

需要车辆数=1+（t1+t2+t3） / T + a

式中：T—每车拌和及装车时间，min

t1—运到摊铺现场时间，min

t2—返回拌和站的时间，min

t3—卸料与等待时间，min

a—备用车辆数

再生混合料装车时应分前、中、后三次装入自卸车内，以避免离析。运料车每次使用前后必须清扫干净，在车厢板上涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘剂，但不得有余液积聚在车厢底部。从拌和机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少混合料离析。运料车运输混合料宜用苫布覆盖保温、防雨、防污染。

5、再生混合料摊铺

再生混合料的摊铺温度宜比相应的热拌沥青混合料摊铺温度提高 5～10℃。

再生混合料的松铺系数应由试验段确定。

摊铺机熨平板预热温度应不低于 110℃。

再生混合料摊铺的其他要求，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）对热拌沥青混合料路面的有关规定。

6、再生混合料压实

再生混合料压实温度宜比热拌沥青混合料高 5℃～10℃。

压实分为初压、复压和终压，宜使用大吨位的双钢轮振动压路机、轮胎压路机等压实。施工时，通过试验段确定相应压实机械的组合方式。压实时应紧跟摊铺机进行，避免混合料温度下降而造成压实困难，压实数据见下表，对于压路机无法达到的部位应采用小型振动压路机或振动夯板配合压实。

表 6-24 压路机压实速度和遍数

压实阶段	速度（km/h）	遍数	压路机类型	方式
初压	2～3	2～3	振动压路机	先静压 1～2 遍，在振动压实
复压	3～5	3～4	轮胎压路机	—
终压	3～6	2～3	钢轮压路机	—

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。

在当天碾压的尚未冷却的沥青混合料层面上，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。

初压、复压、终压段落设置明显标志，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，鼓励采用智能压实系统。

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，以不粘轮为宜。

7、工作缝

（1）纵向施工缝

当采用两台摊铺机梯队摊铺产生的纵向接缝，应采用松铺斜接缝，以热接缝形式做一次跨接缝碾压，先摊铺层应留下 100mm～200mm 宽暂不碾压，作为后续摊铺的基准面，并跨缝一次碾压密实。

对于路面将产生的纵向冷接缝，应在混合料尚未完全冷却前用搞刨除边缘留下毛茬的方式，不宜在冷却后用切割机切割作纵向接缝。碾压时，对重叠在已铺层上的 50mm～100mm 混合料，推向新铺混合料，将压路机大部分行驶在新铺层上，压路机小部分 100mm～150mm 行驶在已铺层上，或者碾压时由热铺面向冷铺面碾压，直至留下 100mm～150mm，再跨缝压实。上、下层纵缝位置应横向错开 150mm（热接缝）以上或 300mm～400mm（冷接缝）以上。

（2）横向施工缝

全部采用平接缝。在铺设当天混合料冷却但尚未结硬时，用三米直尺沿纵向放置，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，用凿岩机或人工用镐垂直刨除端部层后不足的部分，使接缝能成直角连接，并涂抹改性乳化沥青：继续摊铺时，刨除的断面应保持干燥，摊铺机熨平板从接缝处起步摊铺；碾压时用钢轮压路机进行横向压实，从先铺面层上跨缝逐渐移向新铺面层。接缝碾压完毕再纵向碾压新铺面层。上、下层横缝应错开 1m 以上。

8、养生和开放交通

再生混合料压实完成后，应封闭交通进行养生，再生层路表温度低于 50℃后方可开放交通。

9、质量控制

（1）工程质量控制标准

厂拌热再生混合料路面的施工质量管理，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）对热拌沥青混合料路面的规定，在施工过程中须对回收沥青路面材料（RAP）按下表的项目进行检查。

表 6-25 厂拌热再生施工过程中预处理后的 RAP 检验频度与质量要求

检验项目		检验频度	质量要求或允许偏差	试验方法
			一级公路	
RAP 含水率（%）		每个工作日 1 次	≤3	《公路沥青路面再生技术规范》 JTG/T5521-2019 附录 B
RAP 中集料毛体积相对密度		1 次/5000t RAP	实测	T0722, T0304, T0330
RAP 中 矿料 级配	0.075mm 筛孔通过率（%）	1 次/2000t RAP	±3	T0722, T0302, T0327
	0.075mm 筛孔通过率（%）	1 次/2000t RAP	±8	
RAP 中 沥青	含量（%）	1 次/2000t RAP	±0.5	T0722 或 T0735
	25℃针入度（0.1mm）	1 次/5000t RAP	±6	T0722, T0726NT0604

（2）质量保证措施

①厂拌热再生施工前应进行详细的路面病害调查，将无法适用于厂拌热再生修复工艺的病害进行预处理，以保证厂拌热再生施工质量。

②铣刨后的路面下卧层应进行清扫，并喷洒粘层或透层，以保证再生层与下卧层的良好黏结。

③RAP 应严格按照要求进行保管，禁止雨淋和混入泥土杂质等，预热时应充分，保证其中的水分挥发干净。

④ 应严格控制拌和时间 and 加热温度，避免拌制的混合料不均匀和局部过热导致沥青再老化，应避免 RAP 与明火直接接触。

⑤ 再生混合料装料时，自卸车应前后多次移动，保证下料口所出再生混合料多次堆积在车内，避免造成离析。运料时应有保温措施，尽量减少温度的降低。

⑥再生混合料摊铺时，应尽量减少摊铺机受料斗的开合次数，螺旋布料器内的再生混合料不应低与 2/3 高度，避免造成离析。摊铺需在要求的摊铺温度下进行，遇见大风天或阴天，应适当升高再生混合料的出厂温度，并在现场采取措施减少再生混合料温度散失。

⑦ 再生混合料压实应在规定的温度下进行，避免温度不足时压实对路表再生混合料造成破坏。

⑧压实结束后应继续封闭交通，待路表温度降至 50℃以下，方可开放交通。

6.3 粘层

1、材料要求

沥青面层之间必须喷洒黏层油。黏层油采用改性乳化沥青（喷洒型，PCR），乳化沥青用量 0.3~0.6L/m²，其质量应符合下表的技术要求。

表 6-26 改性乳化沥青技术要求表

试 验 项 目		单位	技术要求
破乳速度		%	快裂或中裂
粒子电荷			阳离子（+）
筛上剩余量(1.18mm 筛)，不大于			0.1
黏度	道路标准黏度计 C _{25.3}	S	8~25
	恩格拉黏度计 E ₂₅		1~10
蒸发残留物	含量，不小于	%	50
	针入度（100g, 25℃，5s）	0.1mm	40~120
	软化点，不小于	℃	50
	延度（5℃），不小于	Cm	20
贮存稳定性	溶解度（三氯乙烯），不小于	%	97.5
	5d，不大于	%	5
	1d，不大于	%	1
与矿料的黏附性，裹覆面积，不小于			2/3

2、施工要点

黏层油采用沥青洒布车喷洒。喷洒黏层油之前，必须将下卧沥青层清扫干净，气温

低于 10℃时不得喷洒黏层油，路面潮湿时不得喷洒黏层油，黏层油应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，喷洒不足的要补撒，喷洒过量的应刮除，喷洒黏层油后，严禁运料车外的其他车辆和行人通过。

黏层油宜在当天洒布，待乳化沥青破乳、水分蒸发完成，紧跟着铺筑沥青层，确保黏层不受污染。

6.4 下封层

高性能下封层采用改性乳化沥青双层表面处治，按层铺法进行两次洒布施工。高性能下封层宜选择干燥和较热的季节施工，气温低于 10℃或大风，或即将降雨时，不得进行下封层施工。

一、原材料的选择、试验及验收

1、沥青材料

沥青路面高性能下封层采用优质改性乳化沥青，其技术要求见下表。

表 6-27 高性能下封层用改性乳化沥青的技术要求

试 验 项 目		单位	技术要求
标准粘度 C25.3		s	10-25
筛上剩余量（1.18mm 筛）		%	≤0.1
恩格拉粘度计 E25			1-10
与粗集料的粘附性		不小于	2/3
粒子电荷			阳离子
破乳速度			慢裂
蒸发残留物性质	蒸发残留物含量	%	≥60
	针入度（25℃，100g，5S）	0.1mm	40-120
	延度（5℃，5cm/min）	cm	≥30
	软化点	℃	≥50
	溶解度（三氯乙烯）	%	≥97.5
	动力粘度（60℃）	Pa. s	≥500
常温贮存稳定性	1 天	%	≤1
	5 天	%	≤5

各施工单位应对改性乳化沥青检验蒸发残留物含量及残留物针入度、延度（5℃）、软化点，按重量（沥青乳液）每车检验一次，总监办 5 车抽检一次，第三方跟踪检测单位每 10 车至少抽检一次，且项目总体抽检次数不低于 2 次。改性乳化沥青全套性能检验由施工单位和监理组联合委托有关单位按每 500t（或以下）进行，每个标段至少送检 1

次。

2 、集料

采用坚硬、清洁、干燥、无风化、无杂质、并有适当级配的颗粒组成的机械轧制的米砂，岩性宜为玄武岩，不得采用山场的下脚料，小于 0.6mm 的粉料含量不超过 3%，采用公称粒径 3～5mm 的集料。下封层集料加工规格的级配要求见下表。施工单位每 200t 自检一次，总监办每 600t 吨抽检一次。

表 6-28 双层式下封层集料加工规格的级配要求

规格名称	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的通过率 (%)			
		9.5	4.75	2.36	0.6
S14	3~5	100	90~100	0~15	0~3

二、主要施工机械及检测仪器

- （1）沥青、集料同步撒布车；
- （2）森林灭火鼓风机 3～4 台；
- （3）压路机：30 吨轮胎压路机 1 台；
- （4）洒水车；
- （5）竹帚、机械钢丝刷或自行式强力清刷机（建议施工单位配置）。

2、主要检测仪器

- （1）沥青针入度仪；
- （2）沥青延度仪；
- （3）沥青软化点仪；
- （4）标准筛（方筛孔）；
- （5）路面渗水仪。

三、 基层裂缝处治

高性能下封层施工前应进行基层裂缝处治，严格按照项目图纸要求施工。

四、沥青路面高性能下封层的施工工艺

- 1、水泥稳定碎石基层需保湿养生，经验收合格的水泥稳定碎石基层应在正常养生至少 7 天后才可施工下封层。
- 2、彻底清除基层表面浮灰和泥浆，确保下封层与基层粘结牢固。表面采用竹帚或机械钢丝刷进行全面清扫，有条件采用自行式强力清刷机清扫，再用 2～3 台森林灭火鼓风机沿纵向排成斜线将浮灰吹净，若不能达到“除净”的要求，建议采用高压水枪冲洗则

用水冲洗，清除基层表面浮灰和泥浆，尽量使基层顶面集料颗粒能部分外露。如遇基层表面偏细粉浆过厚或表面光滑，应进行机械凿毛或抛丸处理，确保基层表面一定的粗糙程度。

3、高性能下封层按以下步骤实施

高性能下封层采用改性乳化沥青进行双层表面处治，采用沥青碎石同步封层车施工，按层铺法分两次洒布施工。施工控制原则“一遍油少料多，二遍油多料少”。

（1）第一层下封层施工。根据洒布机型先确定好洒布长度和宽度，用同步封层车在晾干的基层表面上洒布第一层下封层，第一层乳化沥青喷洒数量按纯沥青含量 0.3-0.5kg/m²控制，3~5mm 碎石控制为 80-100%覆盖率(4-5kg/m²)。第一层施工结束后不进行胶轮碾压。

（2）第二层下封层施工。在第一层下封层洒布结束后，紧接用同步封层车在第一层上面进行第二层下封层施工，喷洒乳化沥青数量按纯沥青含量 0.7-0.8kg/m²控制，两次喷洒总量控制在 1.0-1.3kg/m²。第二层施工后，3~5mm 碎石总的覆盖率控制为 110-130%(5.5kg/m²-6.5kg/m²)。

（3）碾压。两层沥青下封层撒布后立即用轮胎压路机均匀碾压 2-3 遍，每次碾压重叠 1/2 轮宽，碾压要求两侧到边。碾压顺序由路肩侧到中分带侧依次碾压。

（4）清扫多余浮动石料。碾压过后人工检查下封层表面是否有多余浮动石料，人工清扫多余浮动石料。

4、封闭交通养生

下封层完毕后封闭交通，待下封层完全破乳固化后尽快进行上层施工，下封层施工结束后尽量在 2 天内进行上层路面施工，以确保结构层粘结质量。

五、做好首件试铺

在沥青路面高性能下封层正式开工前必须做首件试铺。试铺路段宜选在主线上，长度 100m-200m。试铺路段需要决定的内容包括：

1、基层表面浮灰清除方法。

2、改性乳化沥青洒布参数确定——洒布用量（洒布车行驶速度和沥青泵转速）、喷油管工作位置、起步及终止时纵横向喷洒幅间搭接工艺。

3、集料撒布参数确定——料门开度、行驶速度。

4、碾压工艺——碾压速度、碾压遍数。

5、确定施工产量及作业段长度，修订施工组织计划。

6、全面检查材料质量及试铺层的施工质量是否符合要求。

7、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、通讯及指挥方式等。

8、试铺段的质量检测频率应是正常路段的两倍。

9、试铺段经检验合格，作为正常路段的一部分，若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

试铺段结束后应通过现场目测和相应技术项目的检测，各项技术指标符合规定后，施工单位应提出试铺总结，经批准后，即可作为申请正式开工的依据。

六、施工中应注意的问题

1、下封层施工用集料应洁净、无粉尘污染，宜选用玄武岩石料。

2、基层表面浮灰一定要清除干净，一般需经过清扫一气吹一水冲才能完成，必须使基层顶面的集料颗粒上表面部分外露，以达到结构层粘结效果。

3、改性乳化沥青和集料的质量必须符合规定。根据实测沥青含量决定改性乳化沥青喷洒数量；特别注意集料中小于 0.6mm 部分含量不得超过规定。

4、改性乳化沥青应做到喷洒均匀，数量符合规定。施工时应根据周围的环境温度，经试喷后确定乳液的喷洒温度。起步、终止应采取措施，避免喷量过多；纵向和横向搭接处做到改性乳化沥青既不喷量过多也不漏洒。对于局部喷量过多的乳化沥青应刮除，对于漏喷的地方应用人工补洒。

5、集料撒布应在改性乳化沥青破乳前完成。集料撒布应均匀。堆料处基层表面当集料用完后必须清扫、气吹干净，才能喷洒乳化沥青。

6、碾压完毕后应封闭交通，待下封层完全固化后方可允许干净的施工车辆通行。行驶的施工车辆应保证车速低于 5km/h,不得在下封层上急刹车。

7、对于基层表面不平整，或表面有坑塘的情况，应防止在低洼处乳化沥青用量过大，形成软层。

七、施工阶段的质量管理

1、施工阶段的检测项目包括：改性乳化沥青喷洒量、集料撒布量、下封层渗水试验、刹车试验、外观检查等。

2、检验方法及检验标准见下表。

表 6-29 施工阶段的质量检查标准

项目	检查频率	质量要求或允许误差	试验方法
乳化沥青量	每半天至少抽检 2 次	纯沥青量 1.10~1.3 kg/m2	测定面积计算乳化沥青量，且必须进行总量校核，附证明文件
集料量	每半天至少抽检 2 次	±10%	用集料总量与撒布面积算得
渗水试验	1 处/1000 m2	渗水量<5ml/min	用渗水仪，每处 2 点
刹车试验	1 处/2000 m2（仅试铺段做刹车试验）	沥青层不破裂	7 天后用 BZZ—100 标准汽车以 50Km/h 车速急刹
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。下封层表面石料粘结牢固，无多余浮动石子	

*注：外观检查不满足要求时，应进行返工处理。

6.5 基层技术要求（抗裂嵌挤型水泥稳定碎石）

6.5.1 材料要求

1、水泥

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层、底基层应优先采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥，其初凝时间应不小于 4h，终凝时间宜不小于 6h 且小于 10h，宜采用 42.5 级及以上缓凝水泥，快硬、早强和受潮变质水泥不得使用，水泥各龄期强度、安定性等应达到相应指标要求。

如采用散装水泥，在水泥进场入罐时，要了解其出炉天数，刚出炉的水泥，要停放 7d,且安定性合格后才能使用，夏季高温作业时，散装水泥入灌温度不能高于 50℃，若高于 50℃而必须使用时，应采用降温措施。

2、碎石

碎石应洁净、干燥、表面粗糙、无风化、无杂质。碎石的最大粒径为 31.5mm，宜按粒径 9.5 mm～31.5mm、4.75 mm～9.5mm、2.36 mm～4.75mm 和 0～2.36mm 四种规格备料。碎石中小于 0.6mm 的颗粒应做液限和塑性指数试验，要求液限小于 28%，塑性指数小于 9。技术要求见下表。

轧石场轧制的材料应按不同粒径分类堆放，以利施工时掺配，采用的套筛应与规定要求一致。

表 6-30 抗裂型水泥稳定碎石路面基层、底基层集料质量技术要求

检验项目		技术要求
石料压碎值	不大于（%）	26
粒径大于 9.5mm 针片状颗粒含量（%）	不大于（%）	15
粒径小于 9.5mm 针片状颗粒含量（%）	不大于（%）	15

细集料水洗法<0.075mm 颗粒含量	不大于（%）	15
液限	小 于（%）	28
塑性指数	小 于	9
砂当量	不小于（%）	50

3、水

水应洁净，不含有害物质。来自可疑水源应按照《公路工程水质分析操作规程》要求进行化验鉴定。

6.5.2 混合料组成设计

1、一般要求

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）。

2、混合料组成设计

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下表的规定，且 4.75mm、2.36mm、0.075mm 的通过量应接近级配范围的下限。

表 6-31 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料矿料级配范围

级配	通过下列筛孔 (mm) 的重量百分率 (%)						
	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
范围	100	68～86	38～58	22～32	16～28	8～15	0～5

(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 3.0%～5.0%范围，分别取 4～5 种比例（以碎石质量为 100）制备混合料（每组试件个数为 13 个，要求变异系数≤15%），用重型击实法确定各组混合料的最佳含水量和最大干密度。

(3)根据确定的最佳含水量，拌制水泥稳定碎石混合料，按要求压实度制备混合料试件，在标准条件下养护 6 天，浸水 1 天后取出，做无侧限抗压强度。

(4)水泥稳定碎石试件的标准养护条件是：将制好的试件脱模称重后，应立即用塑料薄膜包覆，放入养护室内养生，养护温度为 20℃±2℃，湿度为 95%。养生期的最后一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份损

失应不超过 10g，超过此规定的试件，应予作废。

(5)应采用静压法成型进行 7 天无侧限抗压强度试验，强度代表值分别不应小于 4.0Mpa（基层）。

(6)试件室内试验结果抗压强度的代表值按下式计算：

$$R_{代}=\overline{R}(1-Z_aC_v)$$

式中： $R_{代}$ —抗压强度代表值，MPa；

$\overline{R}$ —该组试件抗压强度的平均值，MPa；

Z_a —保证率系数，高速公路、一级公路保证率 95%，此时 Za=1.645；

C_v —试验结果的偏差系数（以小数计）。

(7)为保证基层、底基层强度满足要求、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。施工中要求基层水泥剂量宜控制在 4.5%~5.0%，底基层水泥剂量宜控制在 3.5%~4.0%，合成集料级配中 0.075 mm 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%。

(8)取符合强度要求的最佳配合比作为水泥稳定碎石生产配合比，用重型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。

6.5.3 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。水泥稳定碎石基层、底基层施工，按梯队摊铺作业，因而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，并在多个工程中应用，且用户反映良好。为使混合料拌和均匀，拌缸要满足一定长度。拌和机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，同时为避免施工时冷料斗串料，料斗需加高隔板。拌和机的用水应配有大容量的储水箱料斗、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：应根据路面基层的宽度、厚度，选用合适的摊铺机械。基层施工应采用两台摊铺机梯队作业。要求两台摊铺机功能一致，同一机型，而且机型较新，功能较全，新旧程度基本一致，以保证路面基层厚度一致，完整无缝，平整度好。

(3)压路机：每个摊铺作业队至少应配备 18T 以上单钢轮振动压路机 3~4 台和 25T 以上胶轮压路机 2 台。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終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、压路机及运距相匹配,且应略大于拌和生产量，以保证拌和设备的正常运转。

(5)装载机：不少于 3 台。

(6)洒水车：不少于 2 台。

(7)水泥钢制罐仓：由拌和机生产能力和水泥供应能力决定其容量，其罐仓容量应满足大面积施工需要；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)重型击实仪。

(4)振动成型仪。

(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)现场压实度检测设备、三米直尺。

(8)标准筛（方孔）。

(9)土壤液、塑限联合测定仪、砂当量仪。

(10)压碎值仪。

(11)针片状测定仪器。

(12)取芯机等。

3、底基层、路基的检查与验收

(1)底基层、路基外形检查

底基层、路基外形检查内容有高程、中线偏位、宽度、横坡度和平整度。

(2)底基层、路基压实度检查、修补与验收

底基层、路基应进行压实度和表面松散检查，凡不符合要求的路段，应分别采用补充碾压、填换好的材料等。

底基层、路基应严格按设计图纸和规范要求进行检查与验收。

6.5.4 施工要点

1、一般要求

(1)如果工程招标采用“平切”方式，以路面基层顶面划分施工合同时，为便于施工合同之间的交接，在路面基层施工前，应对底基层顶面的弯沉、纵断面高程、宽度及横坡进行检查与评定，并提出补救措施。

(2)水泥稳定碎石混合料采用中心站集中拌和（厂拌）法施工，应采用摊铺机摊铺混合料。

(3)避开 7～8 月高温季节施工。

(4)施工底基层时清除路基作业面表面浮土、积水等，并将作业面表面洒水湿润；施工基层时，清除作业面表面浮土、积水等，并将作业面表面洒水泥浆湿润。

(5)开始摊铺的前一天要进行测量放样，按摊铺机宽度与传感器间距，一般在直线上间隔为 10m、在平曲线上为 5m，做出标记，并打好导向控制线支架，根据松铺系数算出松铺厚度，决定导向控制线高度，挂好控制线。用于控制摊铺机摊铺厚度控制线的钢丝拉力应不小于 800N。

(6)按水泥稳定碎石的压实最小厚度与适宜厚度分层施工（压实最小厚度 15cm，适宜厚度 18～20cm），下层养生 7d 后铺筑上层，在铺筑上层前，应在下层顶面先辙少量水泥或水泥浆，上下层施工间隔不宜长于 30d。

2、混合料的拌和

(1)拌和机各料仓开口大小和皮带计量精度应事先标定，并在施工过程中经常检查和调整。

(2)施工中细集料宜采用蓬布覆盖，避免细集料含水量过大，导致施工过程中料仓口堵塞。

(3)开始拌和前，拌和场的备料至少应能满足 5 ～7d 的摊铺用料。

(4)每次开始拌和前，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。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。

(5)每天开始拌和之后，按规定取混合料试样检查级配和水泥剂量；随时在线检查配比、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，要按温度变化及时调整。

(6)料仓的加料应有足够数量的装载机，以确保拌和楼各仓集料充足并且相互之间数量协调。拌和楼在每天结束后应清理干净，检查并进行适当维护，尤其要注意避免水泥结块而堵塞水泥下料口。

(7)拌和机出料不应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)运输车辆应采用大吨位的自卸车，车况应良好，每天开工前，要检验运输车辆的完好情况，装料前应将车厢清洗干净。运输车辆数量应满足拌和、出料与摊铺需要，并略有富余。

(2)混合料在运输过程中必须覆盖，以减少水分损失。

(3)应尽快将拌和的混合料运送到铺筑现场。如运输车辆中途出现故障，应尽快排除，如车内混合料不能在初凝时间内运到工地，或预计混合料到碾压最终完成的延迟时间超过水泥初凝时间，必须予以废弃。

4、混合料的摊铺

(1)在抗裂嵌挤型水泥稳定碎石基层、底基层边缘打好厚度控制线支架，根据松铺系数计算松铺厚度，决定控制线高度，挂好控制线。

(2)摊铺前应清除下承层表面的浮土、积水等，表面适当洒水湿润。对于下基层表面，应喷洒水泥净浆，按水泥质量计，不少于 1.0 ～1.5kg/m²。水泥净浆稠度以能洒布均匀为宜，洒布长度以不大于摊铺机前 30～40m 为宜。

(3)待等候卸料的混合料运输车多于 5 辆后开始摊铺，并应保持连续摊铺。

(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)摊铺前及摊铺过程中应检查摊铺机各部分运转情况。

(6)调整好传感器臂与导向控制线的关系；严格控制基层厚度和高程，保证横坡满足

设计要求。

(7)摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中。

(8)摊铺机在安装、操作时应采取降低布料器前挡板的离地高度等混合料防离析措施，摊铺机后应设专人消除离析现象，铲除局部粗集料集中部位，并用新拌混合料填补。

(9)结构物两侧摊铺应符合以下要求：

①应在施工前对结构物两侧工作面进行清理和修整，扫除松散材料和所有杂物，处理好欠压实、不平整等问题；

②正交结构物两侧作为起点时，应采用相应厚度的垫块起始摊铺，并严格按照设计要求衔接路面结构层和过渡板，不得采用人工摊铺；

③斜交结构物两侧等摊铺机无法工作的部位采用人工摊铺，应控制好操作时间、松铺厚度和平整度。

5、混合料的碾压

(1)在摊铺、修整后，立即用压路机跟在摊铺机后在全宽范围内进行碾压。碾压应遵循“先轻后重、先慢后快、从低到高”的原则。

(2)每台摊铺机后，压路机应紧跟碾压，碾压段落长度一般为 50 ～80m。碾压段落必须层次分明，设置明显的分界标志。

(3)碾压应遵循试铺路段确定的程序与工艺。注意稳压要充分，振压不起浪、不推移。压实时，遵循稳压→振动碾压→胶轮稳压的程序，压路机碾压时应重叠 1/3 轮宽，压至无轮迹为止，碾压完成后用灌砂法检测压实度。

(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)压路机碾压时的行驶速度，第 1～2 遍宜为 1.5～1.7km/h，以后各遍宜为 1.8～2.2km/h。

(6)碾压宜在水泥初凝前及试验确定的延迟时间内完成，并达到要求的压实度。同时没有明显的轮迹。

(7)压路机换挡要轻且平顺，不要拉动铺面，在第一遍初步稳压时，倒车后尽量原路返回，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应错开，成齿状，

出现个别拥包时，应进行铲平处理。

(8)压路机停机应错开，相互间距约 3m，且停在已碾压好的路段上。

(9)严禁压路机在正在碾压的路段或刚完成的路段上调头和急刹车。

(10)为保证抗裂嵌挤型水泥稳定碎石基层边缘压实度，应有一定的超宽压实；对用方木或型钢模板支撑时，超宽可适当减小。

6、横缝设置

(1)水泥稳定碎石混合料摊铺时，应连续作业，如因故中断时间超过 2h，则应设横缝；每天收工之后，第二天开工的接头断面也要设置横缝；要特别注意桥头搭板前水泥碎石的碾压。

(2)横缝应与路面车道中心线垂直设置，接缝断面应是竖向平面，其设置方法：

①压路机碾压完毕，沿端头斜面开到下承层上停机过夜。

②第二天将压路机沿斜面开到前一天施工的基层上，用三米直尺纵向放在接缝处，定出基层面离开三米直尺的点作为接缝位置，沿横向断面挖除坡下部分混合料，清理干净后，摊铺机从接缝处起步摊铺。

③压路机沿接缝横向碾压，由前一天压实层上逐渐推向新铺层，碾压完毕再纵向正常碾压。

④碾压完毕，接缝处纵向平整度应符合附表规定。

7、试铺

(1)正式开工之前，应进行试铺段施工。试铺段应选择在验收合格的主线下承层上进行，试验段总长度为 300m～400m，可采用两种不同的碾压方案进行试铺，每一种试铺方案 150m～200m。

(2)当使用的原材料和混合料，施工机械、施工方法符合要求，试铺段各检测结果符合规定后，按要求编写试铺总结，经审批后作为申报正常路段开工的依据。

(3)试铺段经检验合格，作为正常路段的一部分，若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

试铺路段的拌和、摊铺、碾压各道工序按现行《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）进行。

试铺段要验证的主要内容如下：

(1)验证用于施工的集料配合比

①调试拌和机，分别称出拌缸中不同规格的碎石、水泥、水的重量，测量其计量的准确性。

②调整拌和产量，保证混合料均匀性。

③检查混合料含水量、集料级配、水泥剂量、7d 无侧限抗压强度。

(2)合适的松铺厚度和松铺系数

(3)确定标准施工方法

① 混合料配比的控制。

②混合料摊铺方法和适用机具，包括摊铺机行进速度、摊铺厚度控制方式、梯队作业时摊铺机间隔距离等。

③含水量的调整和控制方法。

④压实机械的选择和组合，压实的顺序、速度和遍数。

⑤拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。

试铺段的检验频率应是规范要求中规定的 2～3 倍。

当使用的原材料和混合料、施工机械、施工方法及试铺路面各检验项目的检测结果都符合规定，可按以上内容编写《试铺总结》，作为路面基层开工的依据。

8、养生及交通管制

(1)每一段碾压完毕，经质量检查合格后，立即开始养生。

(2)养生方法：应将麻布或透水无纺土工布湿润，然后人工覆盖在碾压完成的基层顶面。覆盖 2 小时后，再用洒水车洒水，7 天内应保持基层处于湿润状态，14 天内正常养护。养生结束后，应将覆盖物清除干净。

(3)洒水车洒水养生时，洒水车的喷头要用喷雾式，不得用高压式喷管，以免破坏基层结构，每天洒水次数应视气候而定，整个养生期间应始终保持水泥稳定碎石层表面湿润。

(4)在养生期间应采取隔离措施封闭交通，禁止车辆通行。

(5)下基层施工结束 7d 后即可喷洒水泥净浆进行上基层水泥稳定碎石的施工。两层水泥稳定碎石施工间隔不宜超过 30d。

6.5.5 施工质量管理与检查

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、水泥稳定碎石基层压实度检查应在碾压结束后立即进行，对于小于规定值的测点应立即进行处理，直到全部测点符合要求为止。

4、抗裂嵌挤型水泥稳定碎石基层检查项目、频率和质量标准应符合下表规定。

表 6-32 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层、底基层质量标准

检查项目	质量要求		检查频率		
	要求值或容许误差		外观要求	最低频率	方法
	基层	底基层			
压实度（%）	不小于 98	不小于 96	符合技术规范要求	4 处/200m/层	每处每车道测一点，用灌砂法检查，采用重型击实标准
平整度（mm）	不大于 8	不大于 12	平整、无起伏	2 处/200m	用三米直尺连续量 10 尺，每尺取最大间隙
纵断高程（mm）	+5，-15	+5，-20	平整顺适	1 断面/20m	每断面 3～5 点用水准仪测量
厚度（mm）	代表值-8	代表值-10	均匀一致	1 处/200m/车道	取芯
	合格值-10	合格值-25			
宽度（mm）	不小于设计		边缘线整齐，顺适，无曲折	1 处/40m	用皮尺丈量
横坡度（%）	±0.3	±0.3		3 个断面/100m	用水准仪测量
水泥剂量（%）	±0.5			每 2000m ² 6 个以上样品	EDTA 滴定及总量校核
强度（MPa）	≥4	≥3	符合设计要求	2 组 / 每天	7 天浸水抗压强度
含水量（%）	+0～+1		最佳含水量	随时	烘干法、炒干法
外观要求	① 表面平整密实，无浮石，弹簧现象； ② 无明显压路机轮迹。				

注:①抗裂嵌挤水泥稳定碎石路面基层、底基层 7d 龄期必须能取出完整的钻件，如果取不出完整钻件，则应找出不合格界限，进行返工处理；②检测频率除注明之外，系指单幅车道。

6.6 高性能应力吸收贴

高性能应力吸收贴的防裂性能满足 JT/T 971-2015（沥青加铺层用聚合物改性沥青抗力贴）技术规范要求，防水性能满足 GB 23441-2009（自粘聚合物改性沥青防水卷材）、JC/T 974-2005（道桥用改性沥青防水卷材）标准规范要求。

6.6.1 高性能应力吸收贴技术性能

表 6-33 高性能应力吸收贴性能指标

项目		单位	指标要求	测试方法
1	整体单位质量	kg/m ²	≥2.7	JTGE50-2006/T1111
2	整体厚度	mm	≥2.2	JTGE50-2006/T1112

编制：

复核：

审核：

3	幅宽	m	1±0.05，2±0.05	JTGE50-2006/T1113
4	断裂强度 纵/横	kN/m	≥30	JTGE50-2006/T1121
5	伸长率 纵/横	%	1~10	JTGE50-2006/T1121
6	梯形撕破强力 纵/横	N	≥300	JTGE50-2006/T1125
7	CBR顶破强力	N	≥3000	JTGE50-2006/T1126
8	不透水性	0.3Mpa，120min	不透水	JTGE50-2006/T1142
9	耐热性	70℃	不流淌、滴落	GB/T328.11-2007
10	低温柔性	-10℃	无裂纹	GB/T328.14-2007

1、外观要求：

- （1）外观：胎基应被改性聚合物浸透，不能有未被浸透的条纹。
- （2）表面的隔离层：应选用 20-60 目的强度高、洁净的石英砂，均匀敷设于表面。

2、检测要求：

高性能应力吸收贴为本工程重点材料，施工前需提供有资质检测机构的检测报个，有合格报告方予以使用。

6.6.2 施工方法和注意事项

1、施工方法

- （1）清洁施工面
- （2）喷洒黏层油（铺设在水稳上时）

在铺贴高性能应力吸收贴前，应在施工部位均匀喷洒固体含量≥50%乳化沥青黏层油，用量 0.5~1L/m²（视结构层粗糙度），待乳化沥青破乳，水分完成蒸发后，再铺设高性能应力吸收贴。

（3）铺贴高性能应力吸收贴

按设计要求的宽度，将成卷的高性能应力吸收贴展开，隔离膜一面朝下，撕掉下面的隔离膜，将高性能应力吸收贴平坦地铺贴在基础面上。

如设计要求为局部贴缝使用，以裂缝为中心线，将成卷的高性能应力吸收贴展开，以伸缩缝（裂缝）为中心线，左右各 1/2 铺放在防裂部位。隔离膜一面朝下，撕掉下面的隔离膜，将高性能应力吸收贴平坦地铺贴在基础面上。

（4）高性能应力吸收贴铺设完毕后，建议用胶轮机或压辊将高性能应力吸收贴压平。

（5）遇两块高性能应力吸收贴搭接，宽度应在 5~10cm。搭接处用压辊压实，使其

黏接牢固。

- （6）摊铺沥青混凝土，在铺贴好的高性能应力吸收贴上面直接摊铺沥青混凝土。

2、注意事项

- （1）基面潮湿及雨、雪天不得施工。
- （2）气温低于 5 摄氏度时不宜施工。
- （3）沥青混凝土摊铺时、严禁施工机械在原地掉头、急刹车。
- （4）水稳上乳化沥青黏层没有完全破乳前严禁铺设高性能应力吸收贴。
- （5）铺设完高性能应力吸收帖后，如果没有及时施工面层沥青混凝土，遇到雨水情况后，要求施工面层前用强力鼓风机沿缝吹掉缝隙中的水分。
- （6）满幅铺设时，建议从低往高铺设。
- （7）施工前需厂方技术人员指导。

6.7 验收弯沉控制

设计路面验收弯沉：路表验收弯沉值 LA=23.9（0.01mm）。

7 施工组织计划

7.1 施工期限

综合分析项目施工条件和工程特点后，建议按如下计划实施：2026 年 7 月初正式开工，至 2026 年 8 月初竣工，建设工期 1 个月。

7.2 主要工程的施工方法

1、施工准备

（1）病害排查与测量放线：

全面排查路面病害，标注车辙、裂缝、坑槽等位置，确定铣刨范围（超出病害边缘≥30cm）；

采用全站仪、水准仪进行高程测量，每隔 5m 设置控制点，明确铣刨厚度（按设计要求 4~6cm）及加铺后路面设计高程（与原路面平顺衔接）。

（2）交通导行与安全防护：

编制专项交通导行方案，报交管部门审批后实施；

采用全封闭或半封闭围挡（高度≥1.8m）划分施工区域，设置反光警示标志、导流牌、减速带，夜间增设警示灯；安排 2 名专职交通协管员指挥交通，确保行车、行人安

全。

(3) 基面清理：

清除路面杂物、垃圾、油污，对油污污染区域采用柴油清洗 + 吹风机吹扫，确保基面洁净、干燥。

2、路面工程

路面施工过程中应严格按路面施工技术规范 and 设计要求办理。为保证路面质量，路面底基层与基层均采用料场拌和楼施工，混合料由自卸车运至施工路段，按不同厚度分层施工，摊铺机摊铺后碾压。面层沥青混合料集中拌和，在部分路面基层养生形成强度后，宜及时施工沥青路面，以减少自然条件对基层质量的影响，应做好交工前的养护工作，同时应做好与交通工程及沿线设施的施工协调工作。如工程建设过程中出现意外情况，基层施工完毕后越冬才铺筑面层，应采取必要的措施保护基层。

7.3 主要材料运输方案

工程所在区域运输力量较强，交通运输条件好，均可用汽车直接运至工地。本规划区域的材料主要是采用公路运输。运输时可以利用现有的道路进行，基本不需要修建运输便道。

因现状各地石料紧缺，建材、物资和机具设备等要做好供需计划，以减少挤压和资金的占用，同时，还要合理安排运输线路，尽量缩短汽车运输距离，以降低运费。

1、石料

路线附件石场已禁止开采，需要从外地购买，所以应提前备料。平均运距约 100km。

2、砂

本工程段附近工程用砂主要产地有山东省临沭县大兴镇、郯城县高峰头镇的沭河河床及河漫滩、东海县山左口沭河支流及石梁河水库。本工程用砂应为中粗砂，质地纯净，含泥量不大于 5%，砂细度模数 2.5—3，最好采用偏粗的中砂为好。平均运距约 20km。

3、水泥

水泥是主要用于路面基层修补，可到山东临沂或本地就近购买，水泥为普通硅酸盐水泥，主要为 42.5 级，工程所用水泥均需有质保书和试验报告，所买水泥应为大窑生产的批量产品，存放时间不超过一个季度，严禁使用过期、受潮、结块、变性的劣质水泥，不可采用火山灰质水泥及矿渣水泥。平均运距约 50km。

4、沥青

沥青砼路面面层应采用进口优质沥青或采用国产最新科研成果聚合物路用改性沥青，以确保工程质量。路面用沥青材料应保证其供应，均可通过汽车运至现场。

5、汽油、柴油、机油

从连云港市区内购买，满足工程需要。

6、工程用水、用电

本工程用水主要为自来水，应提前铺设工程用自来水管线。

沿线电网发达，与供电部门协商后，可就近搭接，也可自行发电。

7、运输条件

区域水网现状基本无通航条件，因而所用材料主要靠汽车装载运输，施工时可考虑采用半幅施工，半幅通车。

7.4 施工期间交通组织计划

7.4.1 交通组织

项目道路具备省道干线及城市主干路的功能，过境、区间交通量均很大，因此，需做好施工期交通组织，方便群众出行，减少车辆折返造成的浪费。

1、半幅施工、半幅通车

本项目路面改造交通组织方案推荐采用半幅施工、半幅通车的施工方案。

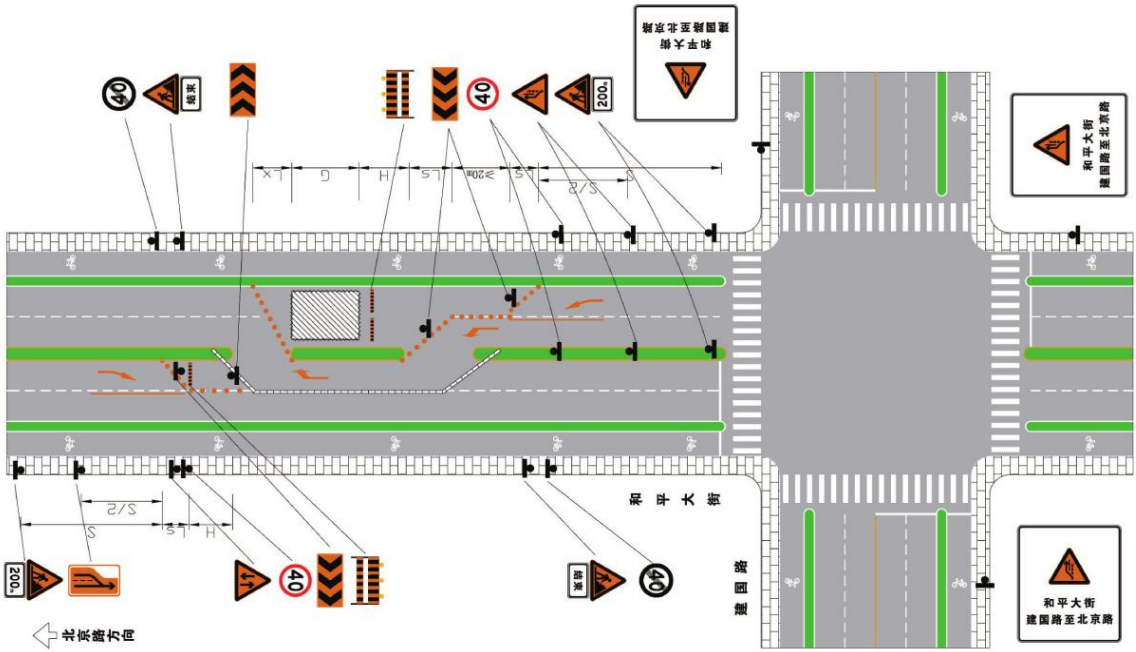


图 7-1 施工交通组织

7.4.2 临时交通工程方案

1、设计内容

- （1）临时安全设施，包括临时标志标线、隔离设施、警示标志等。
- （2）其他临时交通工程设施，包括临时照明设施、临时通行信号灯、临时警告标志灯等。
- （3）永久交通工程设施的保护。

临时交通工程设施在施工进行的不同阶段结合实际情况进行设置，部分设施随着施工的进程需要进行移位或更改。

2、临时交通工程实施过程

临时交通工程的设计应采用动态、分阶段的设计方法，以使得与施工实际情况更好的结合。根据施工流程一般分为以下几个阶段：

- （1）路面改造工程开工初期：主要工作为进行广泛的社会宣传，使公众理解配合，选择合理的交通分流路线与方案，为分流做准备，对全线永久交通工程、安全设施普查，为施工期间的保护工作做好准备。
- （2）路面改造施工期间：根据施工需要进行半幅封闭，增设路面对向通行隔离设施及临时交通、警告标志，并随施工进度加以调整。
- （3）路面施工后期：通过社会宣传，公布施工进度和交通管制政策，结合路面施工进度，完善永久交通工程设施，尽早恢复交通。

3、设计方案

（1）临时标志

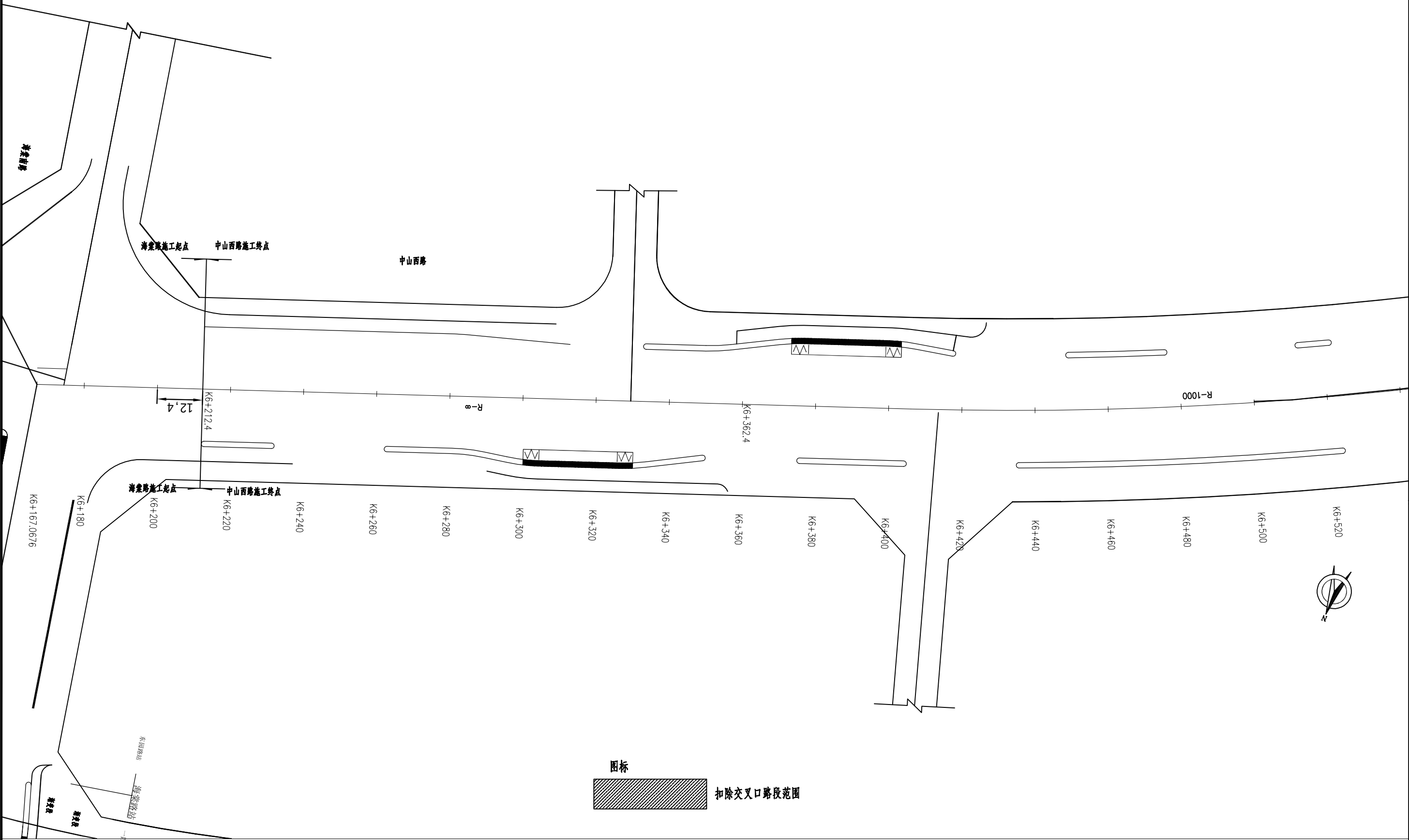
施工期间道路封闭端口设置道路施工、道路封闭、限速 40Km、改道标志等标志。临时交通工程设施的设置位置需要根据施工情况不断移动位置的，采用移动式设施，其基础为移动式结构。临时交通工程设施不得侵占公路通行的净空界限

（2）临时隔离设施

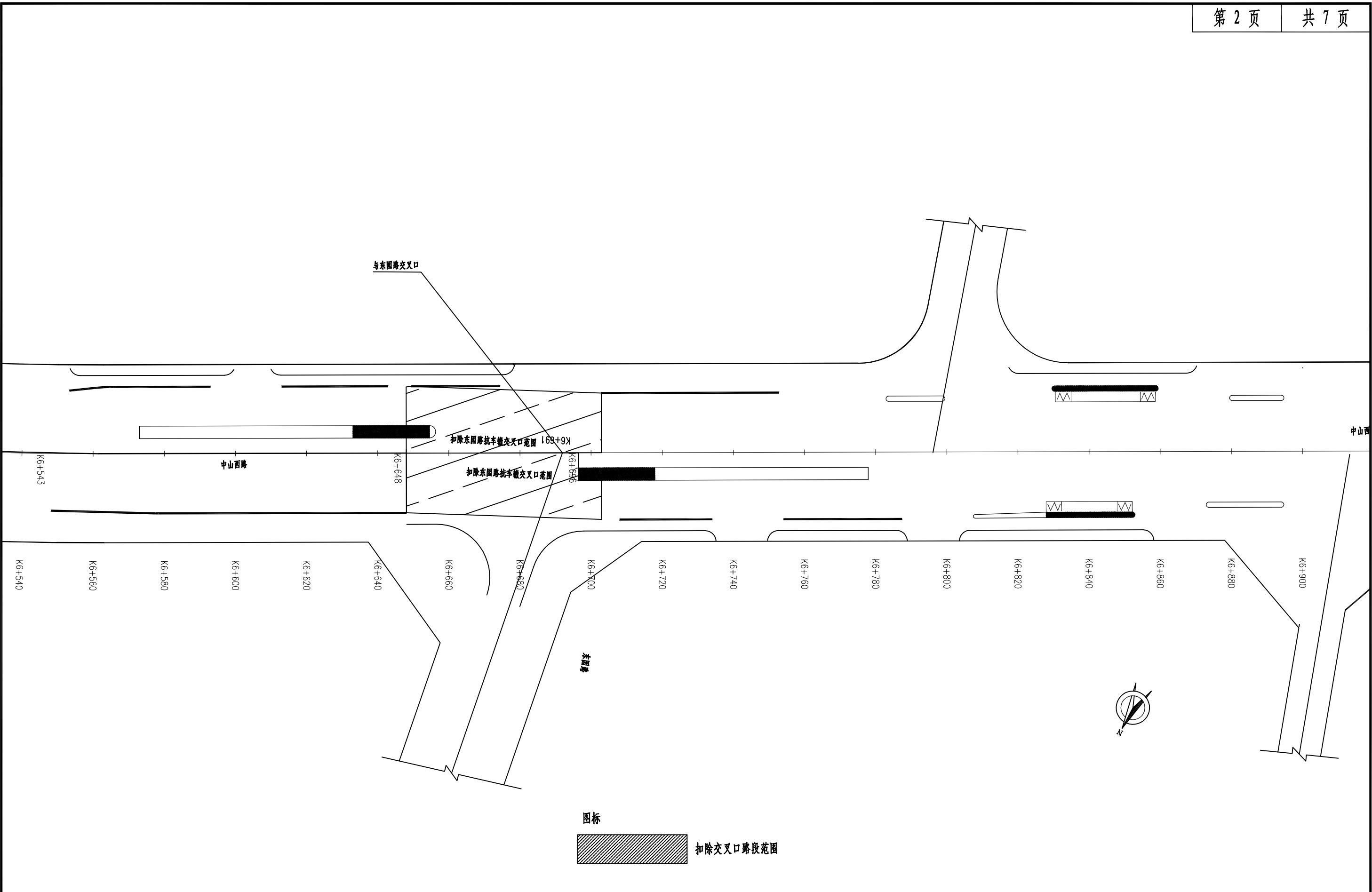
封闭半幅施工时，道路半幅实行全封闭并在无中分带的道路中心线设置水泥混凝土防撞隔离墩，在对向行车中心线上加设橡胶锥形筒隔离墩。隔离墩沿纵向道路设计线布设，间距 6m。

（3）其他设施

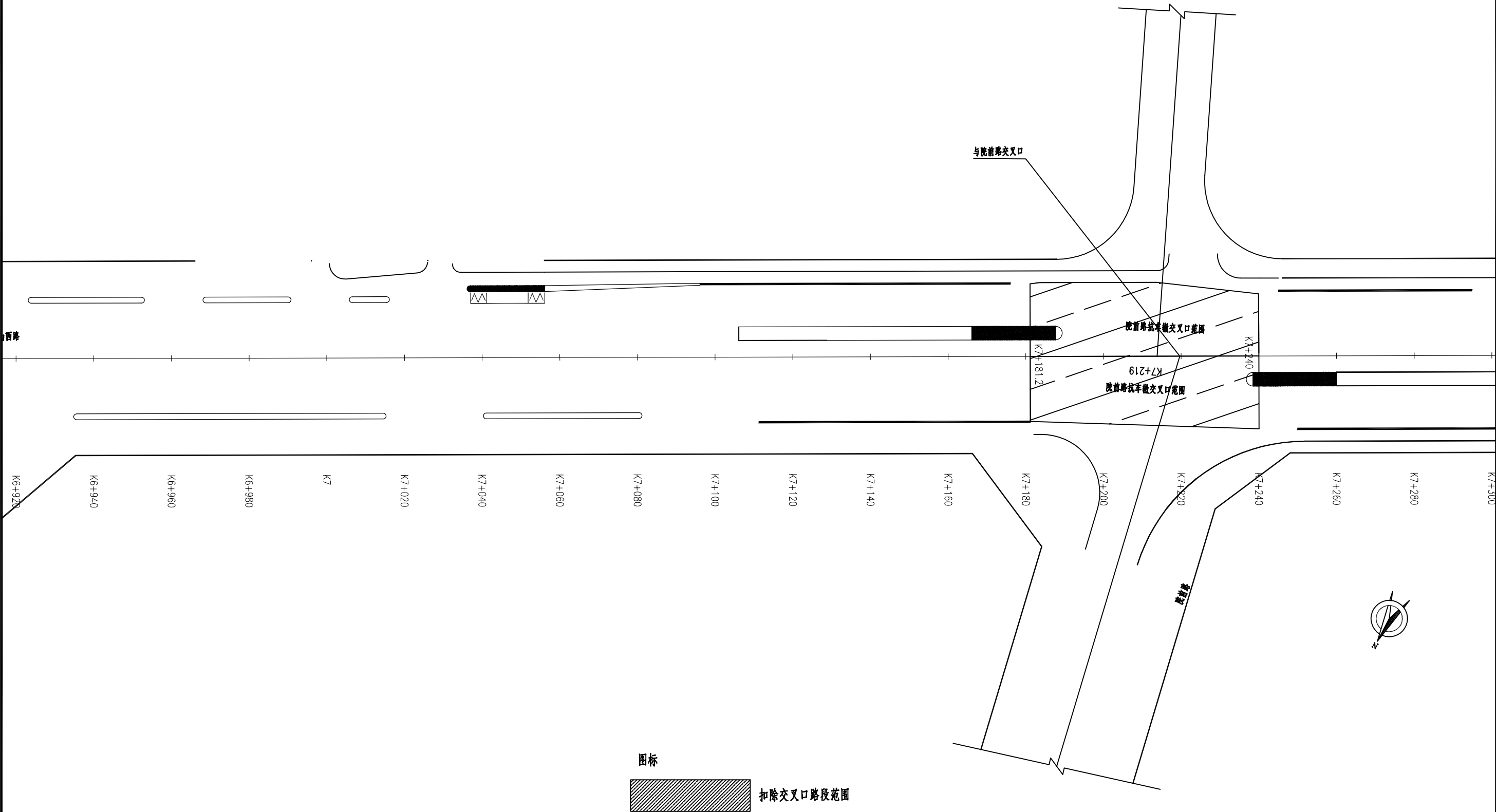
夜间施工路段按国标要求加设夜间施工警告标志灯，施工人员统一穿反光背心。



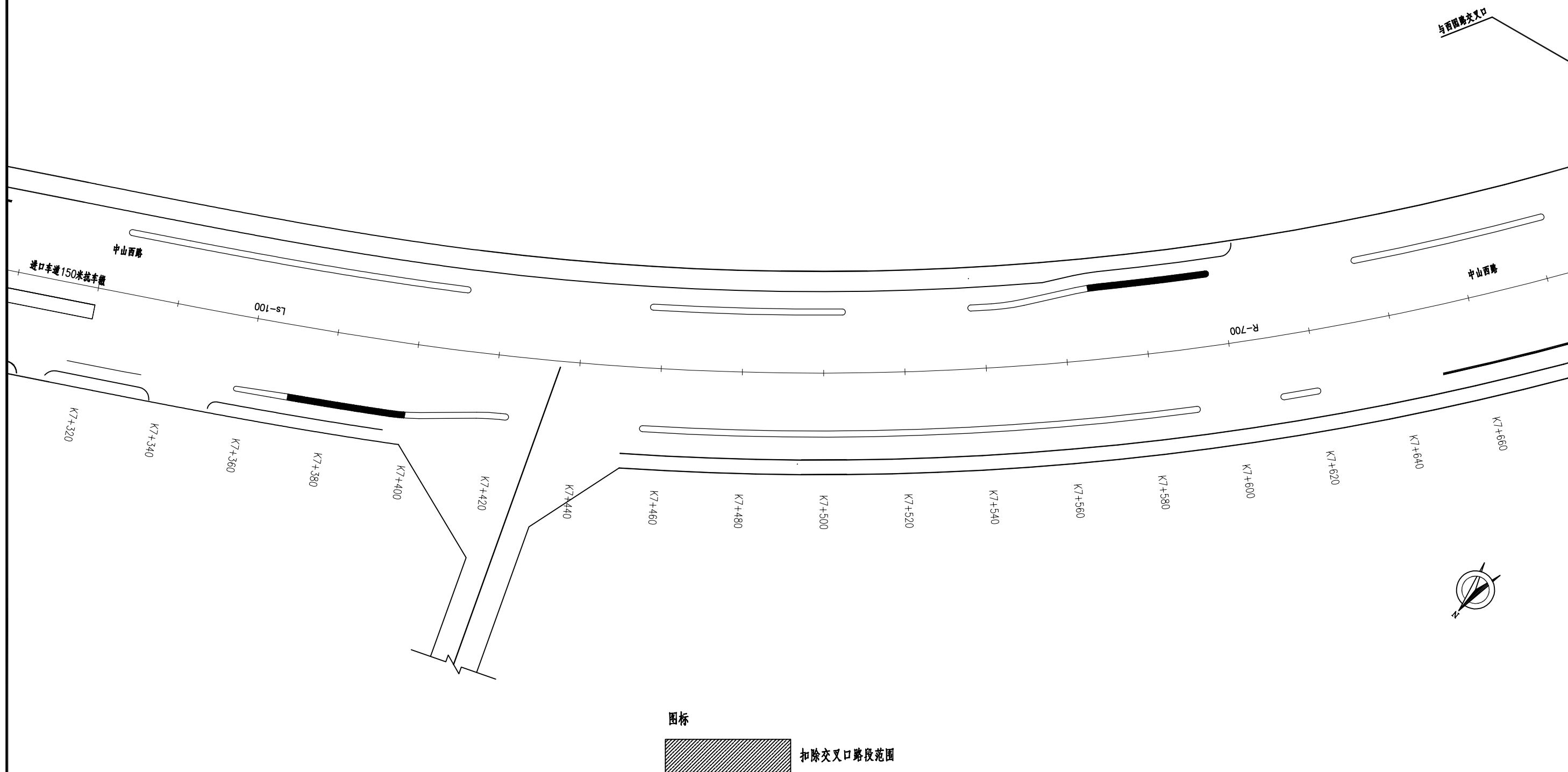
连云港市连云区住房和城乡建设局	中山路（平山-海棠路）BRT车道提升改造项目 施工图设计	路线平面图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
						2026. 06	S II-1	



连云港市连云区住房和城乡建设局	中山路（平山-海棠路）BRT车道提升改造项目 施工图设计	路线平面图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
						2026. 06	S II-1	

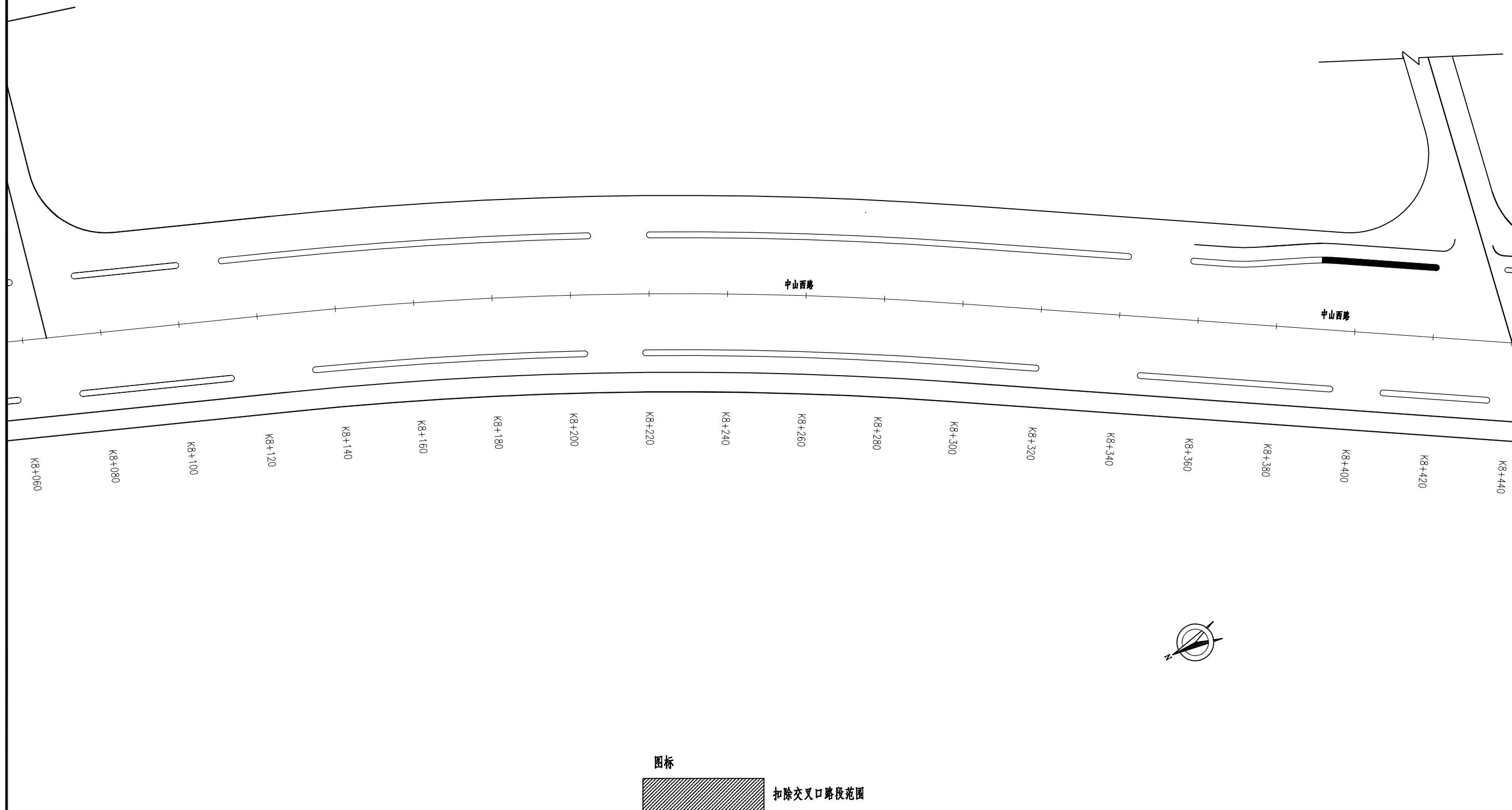


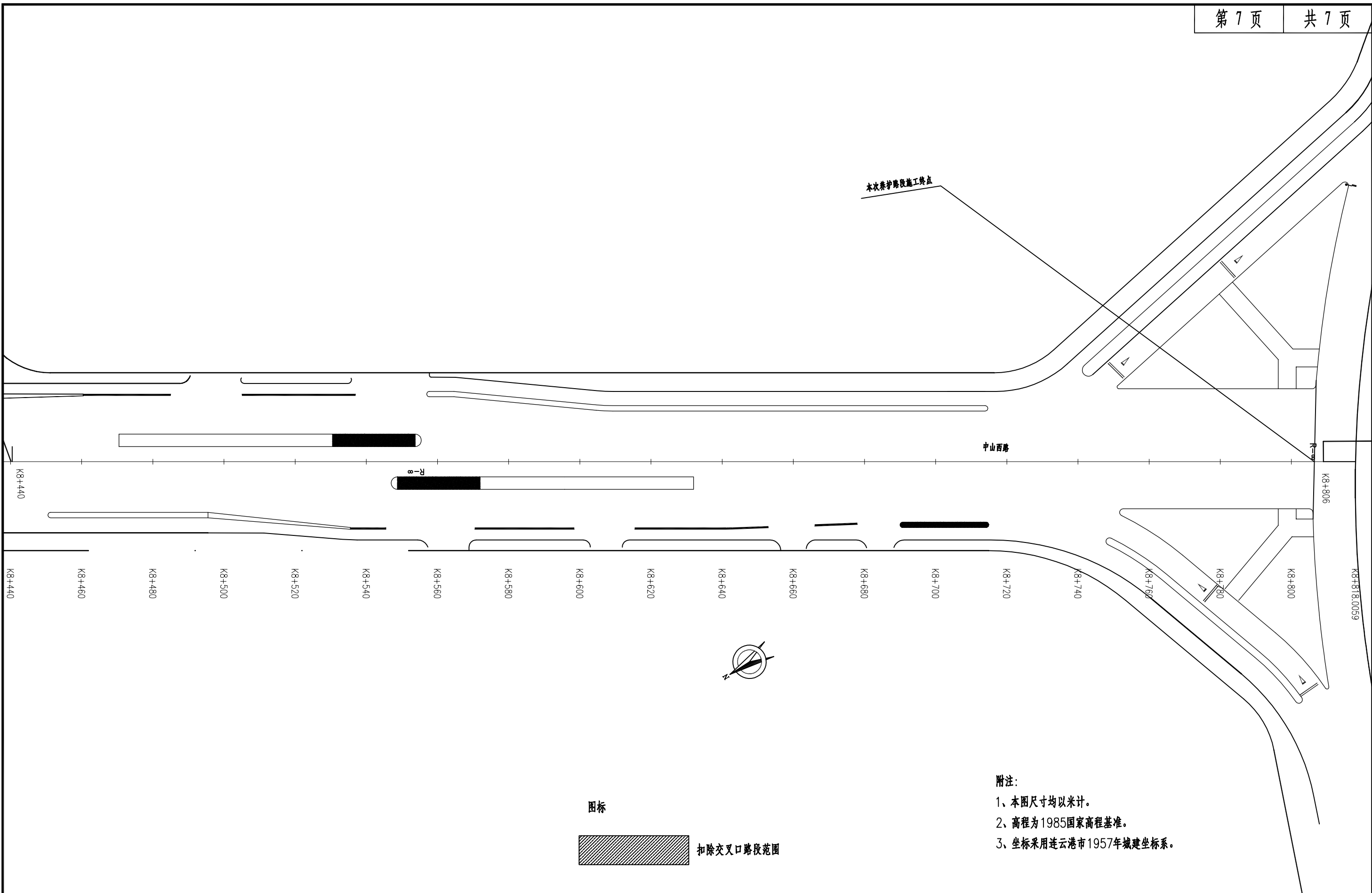
连云港市连云区住房和城乡建设局	中山路（平山-海棠路）BRT车道提升改造项目 施工图设计	路线平面图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
						2026. 06	S II-1	





连云港市连云区住房和城乡建设局	中山路（平山-海棠路）BRT车道提升改造项目 施工图设计	路线平面图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
						2026. 06	S II-1	

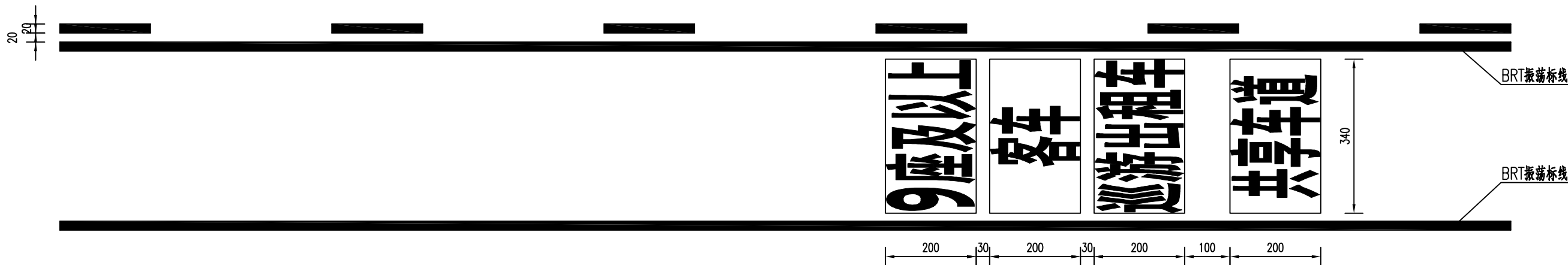




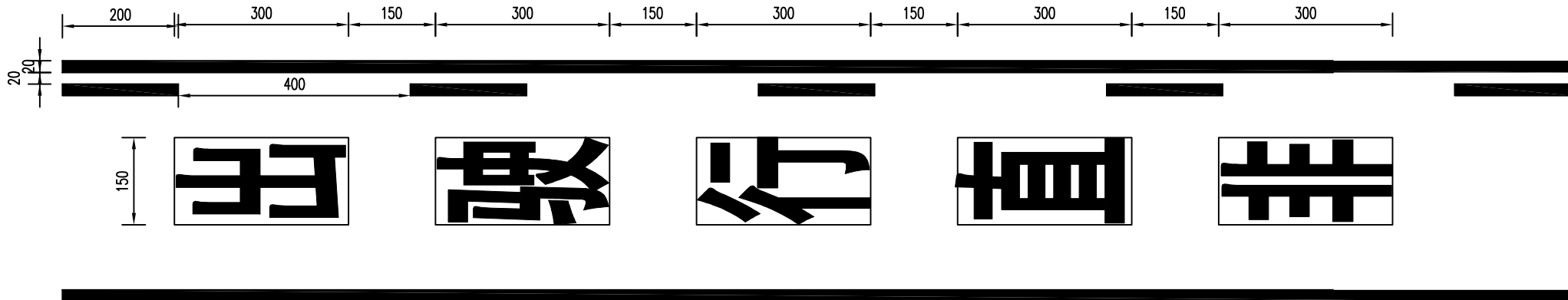
连云港市连云区住房和城乡建设局	中山路（平山-海棠路）BRT车道提升改造项目 施工图设计	路线平面图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
						2026. 06	S II-1	

序号	项目名称	类型	单位	数量	备注
1	振荡标线	车行道边缘线黄实线	m²	1296.8	
2		BRT黄实线	m²	1296.8	
3	热熔标线	黄虚线	m²	93.3	
4		导向箭头线	m²	67.8	
5		9座及以上客车巡游出租车共享车道	m²	163.2	
6		快速公交占用线	m²	210	
7		非直行驶出	m²	22.5	
8	护栏拆除及安装		m	2438	

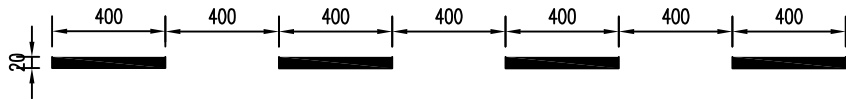
驶入点地面文字大样图



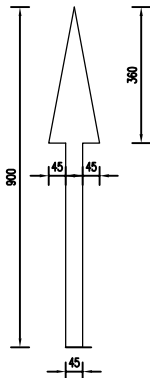
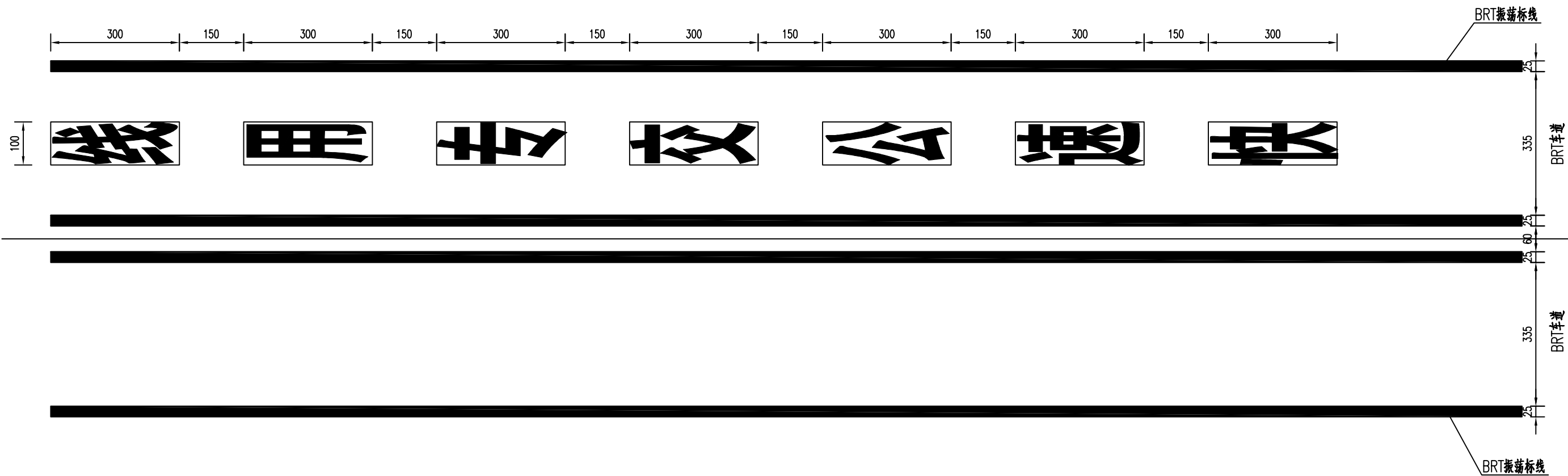
驶出点地面文字大样图



驶入驶出点黄虚线大样图



注：
1. 图中尺寸以厘米计，括号内为单个框内的标线面积。
2. 详细标准参见《道路交通标志和标线》（GB5768.3--2009）、《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB 51038-2015）以及《城市道路—交通标志和标线》（2MR601）。



注：

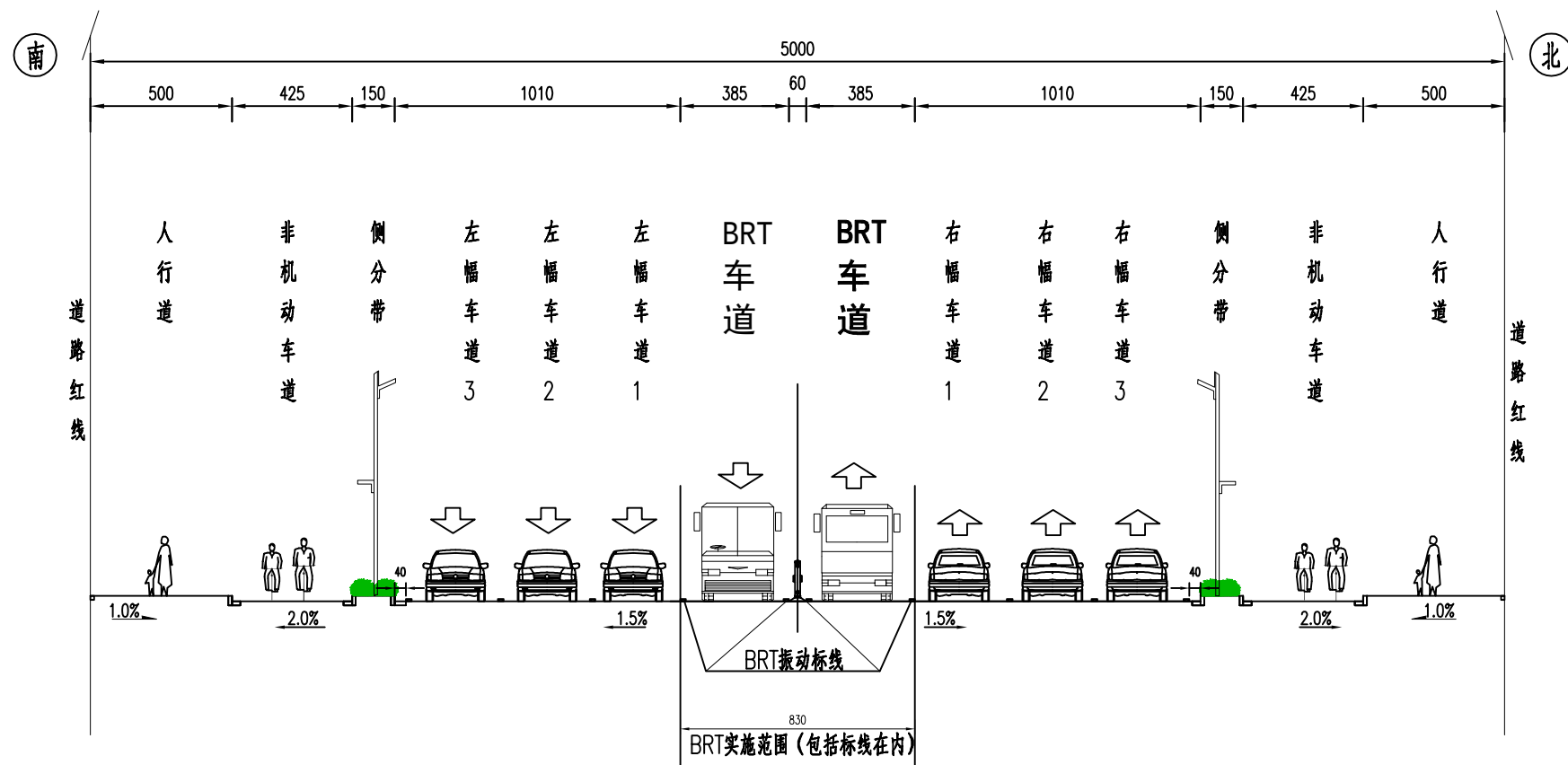
1. 图中尺寸以厘米计，括号内为单个标线面积。

2. 详细标准参见《道路交通标志和标线》（GB5768.3--2009）、《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB 51038-2015）以及《城市道路—交通标志和标线》（2MR601）。

序号	桩号	路段长度	4cm 改性沥青砼 (SMA-13)	粘层	12cm下面层修补 Sup-25(改性厂拌热再生)	下封层	老路基层裂缝灌热沥青	50cm宽高性能应力吸收贴	20cm厚抗折强度5.0mpa钢筋混凝土板	钢筋	水稳碎石 (下承层修补)	铣刨老路沥青	挖除老路水稳基层	挖除水泥板基层	备注
		(m)	(m3)	(m2)	(m3)	(m2)	(m)	(m2)	(m3)	(kg)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	
1	K6+212.4~K6+648.0	435.6	72.3	1807.7	17.4	144.6	65.3	86.9			14.5	89.7	14.5		
2	K6+648.0~K6+696.0	48.0													
3	K6+696.0~K7+181.2	485.2	80.5	2013.6	19.3	161.1	72.8	96.8	7.2	306.5	16.1	99.9	16.1	7.2	
4	K7+181.2~K7+240.0	58.8													
5	K7+240.0~K7+718.5	478.5	79.4	1985.8	19.1	158.9	71.8	95.5	7.2	306.5	15.9	98.5	15.9	7.2	
6	K7+718.5~K7+766.3	47.8													
7	K7+766.3~K8+806.0	1039.7	172.6	4314.8	41.4	345.2	156.0	207.4	14.4	613.1	34.5	214.0	34.5	14.4	
	右幅小计	2593.6	404.9	10121.9	97.2	809.7	365.9	486.6	28.8	1226.2	81.0	502.0	81.0	28.8	

序号	桩号	路段长度	4cm 改性沥青砼 (SMA-13)	粘层	12cm下面层修补 Sup-25(改性厂拌热再生)	下封层	老路基层裂缝灌热沥青	50cm宽高性能应力吸收贴	20cm厚抗折强度5.0mpa钢筋混凝土板	钢筋	水稳碎石 (下承层修补)	铣刨老路沥青	挖除老路水稳基层	挖除水泥板基层	备注
		(m)	(m3)	(m2)	(m3)	(m2)	(m)	(m2)	(m3)	(kg)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	
1	K6+212.4~K6+648.0	435.6	72.3	1807.7	17.4	144.6	65.3	86.9	7.2	306.5	14.5	89.7	14.5	7.2	
2	K6+648.0~K6+703.0	55.0									0.0				
3	K6+703.0~K7+181.2	478.2	79.4	1984.5	19.1	158.8	71.7	95.4	7.2	306.5	15.9	98.4	15.9	7.2	
4	K7+181.2~K7+240.0	58.8									0.0				
5	K7+240.0~K7+718.5	478.5	79.4	1985.8	19.1	158.9	71.8	95.5			15.9	98.5	15.9		
6	K7+718.5~K7+766.3	47.8									0.0				
7	K7+766.3~K8+806.0	1039.7	172.6	4314.8	41.4	345.2	156.0	207.4	14.4	613.1	34.5	214.0	34.5	14.4	
	左幅小计	2593.6	403.7	10092.8	96.9	807.4	364.8	485.2	28.8	1226.2	80.7	500.6	80.7	28.8	
	左右幅合计	5187.2	808.6	20214.7	194.1	1617.2	730.7	971.8	57.6	2452.3	161.7	1002.6	161.7	57.6	

路基标准横断面图
G310 (K6+167~K8+818)



注:

- 1、本图尺寸均以厘米计;
- 2、本图适用于G310 (K6+167~K8+818) 段, 具体详见道路平面设计图。

路面结构设计方案

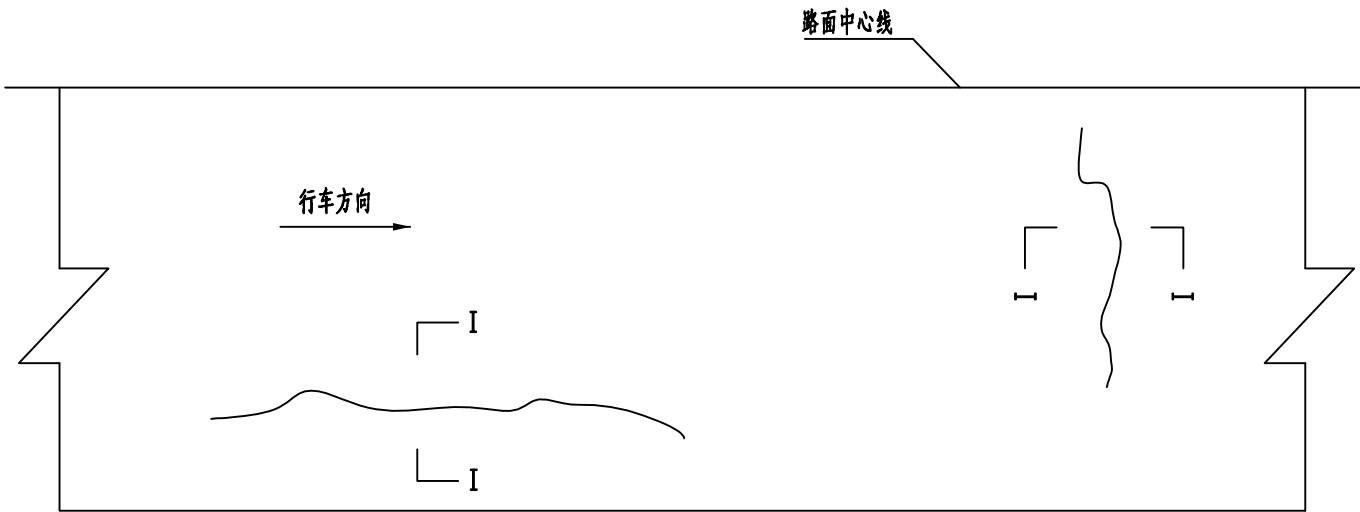
自然区划	Ⅱ _{5a}
路基土组	低填浅挖路基
路基干湿类型	潮湿—中湿
适用范围	BRT车道
结构图式	老路部分 4cm改性SMA-13 粘层 铣刨BRT车道老路4cm沥青面层
路面维修厚度 (cm)	4
说明	铣刨BRT 车道一般路段4cm沥青砼面层，加铺4cm改性SMA-13。
图例	SMA-13 粘层 下封层

- 注
- 1、本图尺寸均以厘米计。

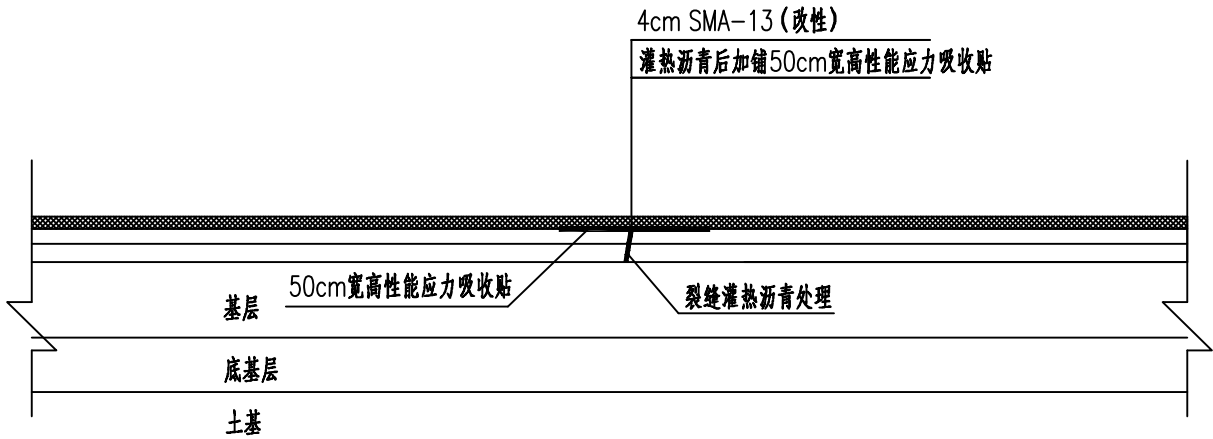
2、粘层、下封层均采用优质乳化SBS改性沥青。

3、局部维修可参照《路面病害处治设计图》。

单条纵、横向裂缝病害处理平面图



I—I 剖面图

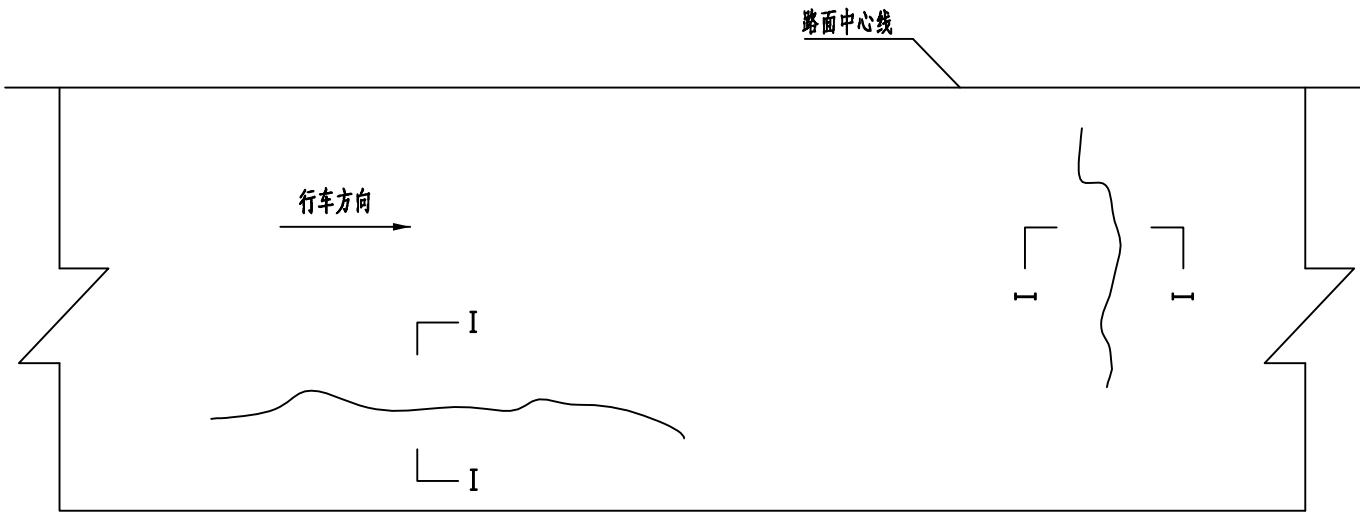


注：对于老路沥青表面明显存在纵缝、横缝路段，将老路沥青上面层铣刨后，采用热沥青对下面层裂缝进行灌缝，然后加铺50cm宽高性能应力吸收贴，再加铺4cm SMA-13 (改性)。

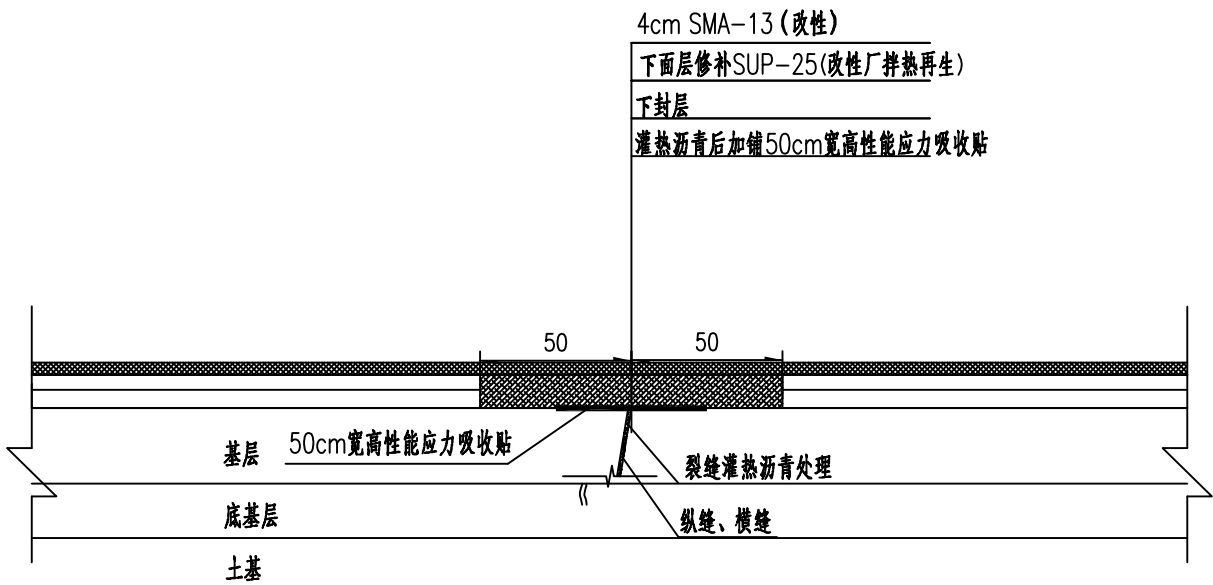
说明：
1.本图尺寸均以厘米计。

连云港市连云区住房和城乡建设局	中山路（平山-海棠路）BRT车道提升改造项目 施工图设计	老路基层病害处置图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
						2026. 06	SIII-4	

单条纵、横向裂缝病害处理平面图



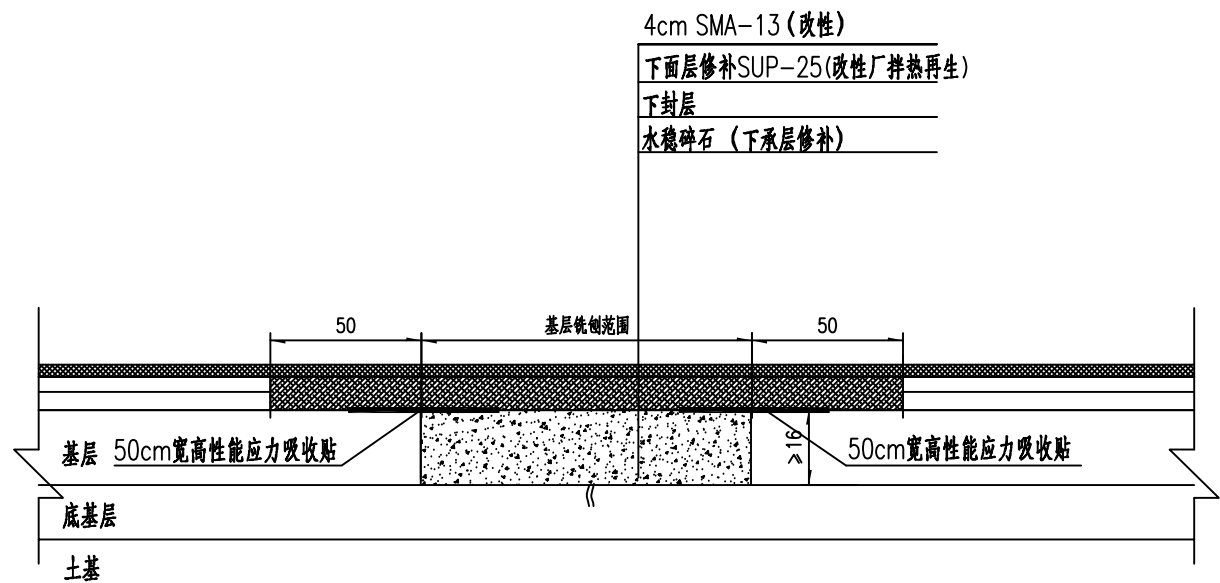
I—I 剖面图



注：对于老路沥青表面明显存在纵缝、横缝路段，将老路沥青上面层铣刨后，下面层裂缝明显较宽或出现扩展，沿裂缝将老路下面层对称铣刨成宽1.0m的凹槽，如果基层出现反射裂缝情况，则将反射裂缝灌热沥青，然后加铺50cm宽高性能应力吸收贴，再加铺一定厚度的SUP-25(改性厂拌热再生)和4cm SMA-13(改性)。

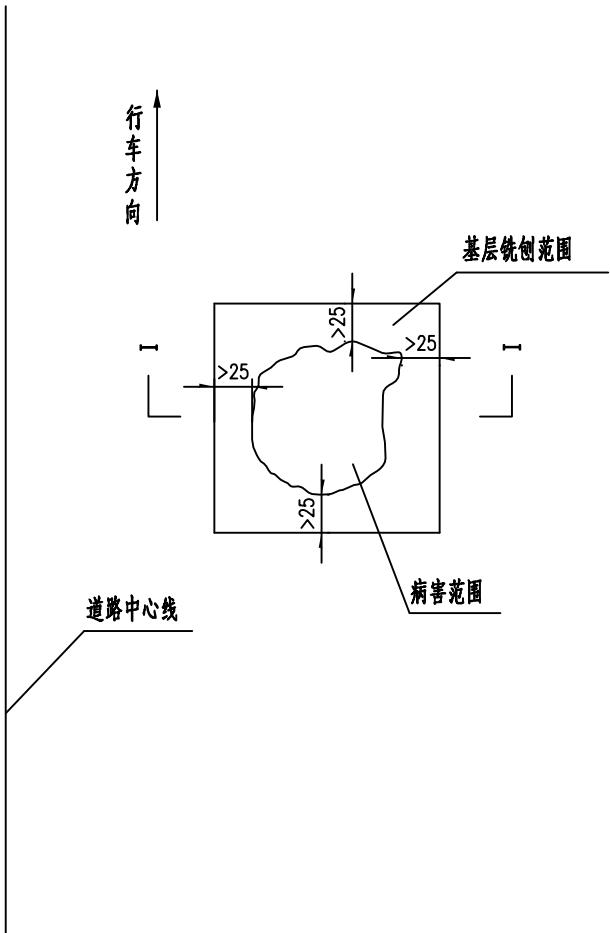
说明：
1.本图尺寸均以厘米计。

块状裂缝、龟裂等病害处置大样图



注：将老路沥青面层铣刨后，如果基层出现严重龟裂、松散、沉陷情况，则将有病害的基层全部铣刨成方形凹槽，将凹槽清理干净后浇筑修补材料至老路基层标高，然后在老路基层与修补基层四周搭接处铺50cm宽高性能应力吸收贴，再加铺一定厚度的SUP-25(改性厂拌热再生) 和4cm SMA-13 (改性)。

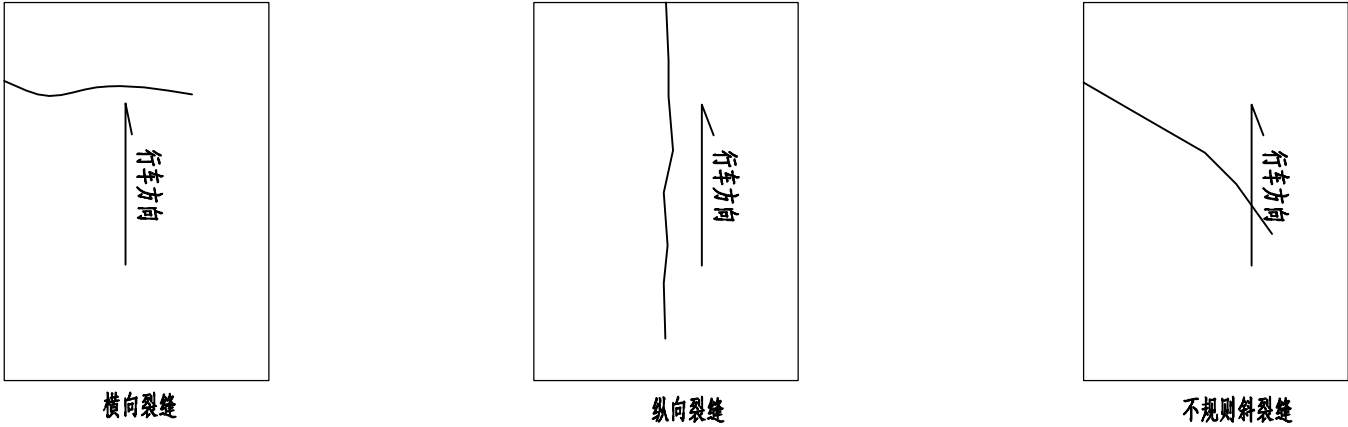
基层修补铣刨宽度不小于3.5m，搭接处尽量避开轮迹带。



说明：
1.本图尺寸均以厘米计。

A类破坏形式

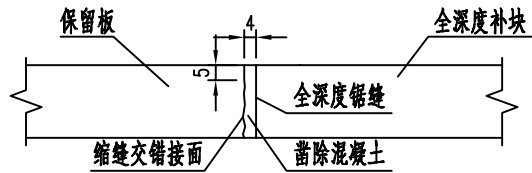
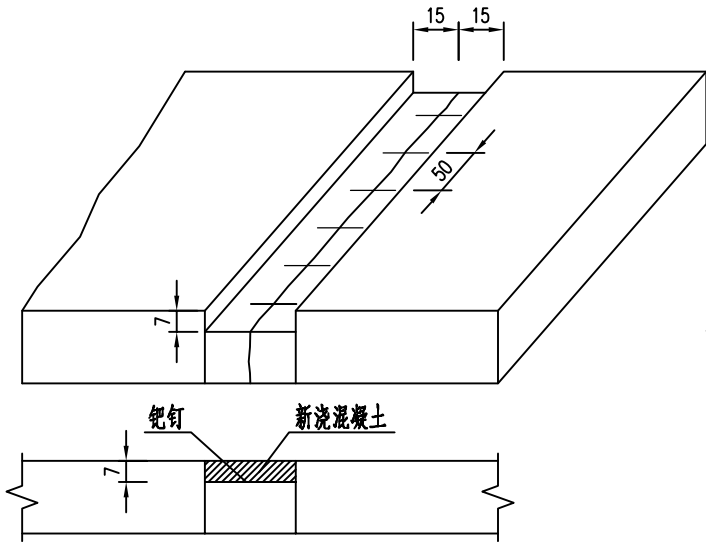
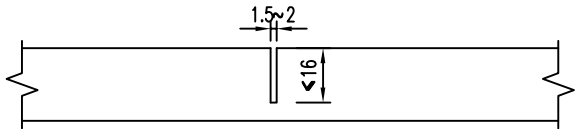
裂缝



A2类处理方案

A3类处理方案

A1类处理方案



- A1类：裂缝宽度 $<3\text{mm}$ 的轻微裂缝，采取扩缝灌浆
- (1) 顺着裂缝扩宽成 $1.5\sim2\text{cm}$ 的沟槽，槽深可根据裂缝深度确定，最大深度不得超过 $2/3$ 板厚；
 - (2) 清除混凝土碎屑，吹净灰尘后，填入粒径 $0.3\sim0.6\text{mm}$ 的清洁石屑；
 - (3) 把灌缝材料混合均匀后，灌入扩缝内；
 - (4) 灌缝材料固化后，达到通车强度，即可开放交通。

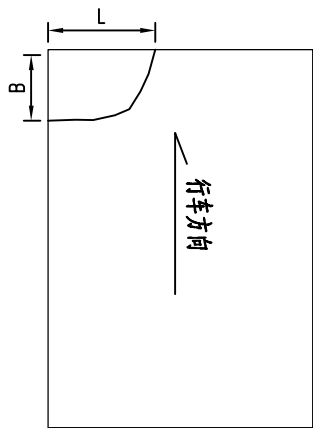
- A2类： $3\text{mm}<\text{裂缝宽度}\leq 10\text{mm}$ 的中等裂缝，采取条带罩面进行补缝
- (1) 在裂缝两侧切缝时，应平行于裂缝，且距裂缝距离不小于 15cm ；
 - (2) 凿除两横峰内混凝土的深度以 7cm 为宜；
 - (3) 每间隔 50cm 打一对钎钉孔，钎钉孔的大小应略大于钎钉直径 $2\sim4\text{mm}$ ，并在二钎钉孔之间打一对与钎钉孔直径相一致的钎钉槽；
 - (4) 钎钉宜采用 $\Phi 16$ 螺纹钢筋，使用前应予以除锈，钎钉长度不小于 20cm ，弯钩长度为 7cm ；
 - (5) 钎钉孔必须填满砂浆，方可将钎钉插入孔内安装；
 - (6) 切割的缝内壁应凿毛，并清除松动的混凝土碎块及表面尘土、裸石；
 - (7) 浇筑混凝土应及时振捣密实、抹平，并喷洒养护剂；
 - (8) 修补块面板两侧，应加深缩缝，并灌注填缝料。

- A3类：裂缝宽度 $>10\text{mm}$ 的严重裂缝，采取集料嵌项法全深度补块
- (1) 在修补的混凝土路面位置，平行缩缝划线，沿划线位置进行全深度切割，在保留板块边部沿内侧 4cm 位置，锯 5cm 深的缝；
 - (2) 全深锯口和半深锯口之间的 4cm 宽条混凝土垂直面应凿成毛面；
 - (3) 处理基层时，基层强度符合规范要求，基层强度不够应该予以补强，基层损坏或松软，应按原设计基层材料重新做基层；
 - (4) 混凝土摊铺应在混凝土拌和后 $30\sim40\text{min}$ 内卸到补块区内并振捣密实；
 - (5) 浇筑的混凝土面层应与相邻路面的横断面吻合，表面平整度应符合规范要求，补块的表面纹理应与原路面吻合；
 - (6) 补块养生宜采用养护剂，其用量根据养护材料性能确定；
 - (7) 做接缝时，将板中间各缩缝锯切到 $1/4$ 板厚处，并填入接缝料；
 - (8) 混凝土达到通车强度后，即可开放交通。

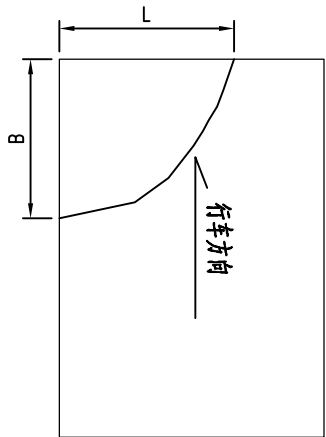
- 注：
1. 本图尺寸除钢筋以毫米计外，余以厘米计；
 2. A类破坏形式为裂缝：板块上只有一条裂缝，裂缝类型包括横向、纵向和不规则的斜裂缝等，根据裂缝宽度可分为轻、中、重三种程度：
轻：裂缝窄、裂缝处未剥落，缝宽小于 3mm ，一般为未贯通裂缝；
中：边缘有碎裂，裂缝宽度在 $3\sim10\text{mm}$ 之间；
重：缝宽、边缘有碎裂并伴有错台出现，缝宽大于 10mm 。

B类破坏形式

板角断裂

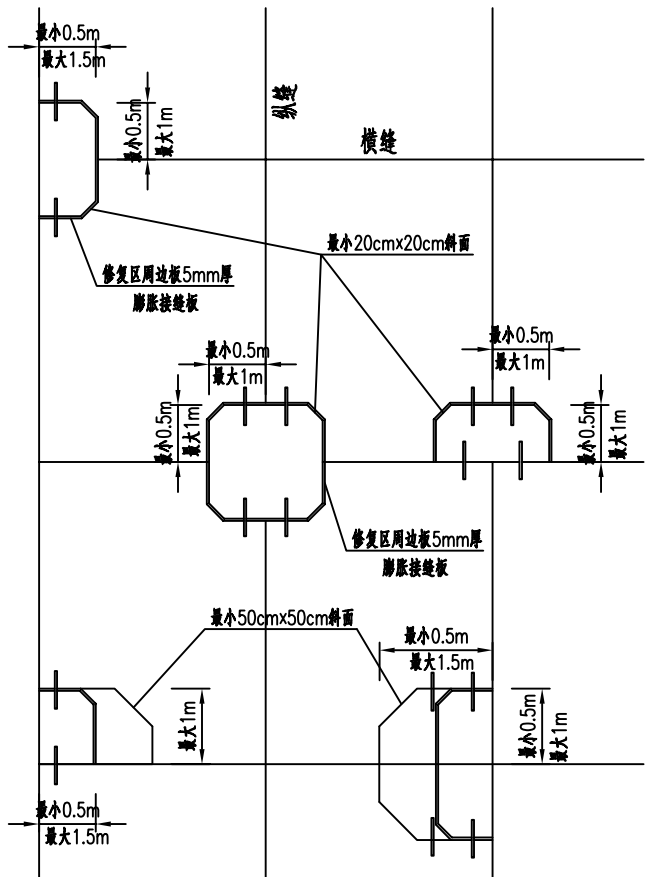


B1: 断角 $L \leq 1.5\text{m}$ 且 $B \leq 1.0\text{m}$ 的情形



B2: 断角 $L > 1.5\text{m}$ 或 $B > 1.0\text{m}$ 的情形

B1类处理方案



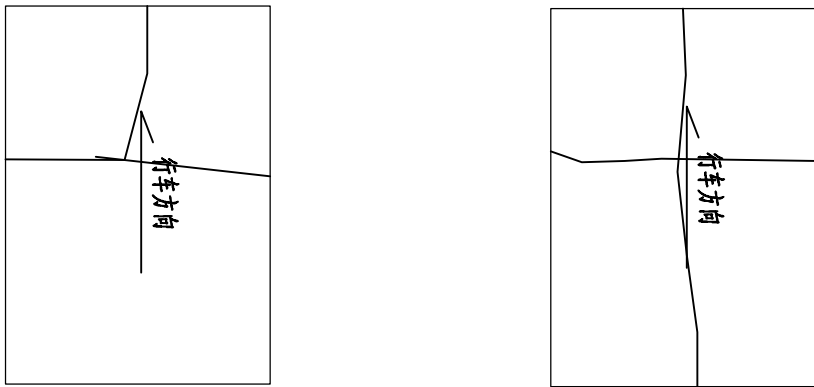
B1类：板角断裂 $L \leq 1.5\text{m}$ 且 $B \leq 1.0\text{m}$ 时，采用板角修补法

- (1) 板角断裂应按破裂面的大小确定切割范围；
- (2) 切缝后，凿除破损部分时应凿成规则的垂直面，对原有钢筋不应切断，如果钢筋难以全部保留，至少也要保留20~30cm长的钢筋头，且应长短交错；
- (3) 原有滑动传力杆，如果有缺陷应予以更换并在新老混凝土之间加设传力杆，传力杆间距控制在30cm；
- (4) 基层不良时，可采用C20素混凝土浇筑基层；
- (5) 与原有路面板的接缝面，应涂刷沥青；
- (6) 现浇混凝土与老混凝土面板之间的接缝应切出宽3mm深4mm的接缝槽，并灌入填缝材料；
- (7) 做接缝时，将板中间的各缩缝锯切到1/4板厚处，并填入接缝料；
- (8) 混凝土达到通车强度后，即可开放交通。

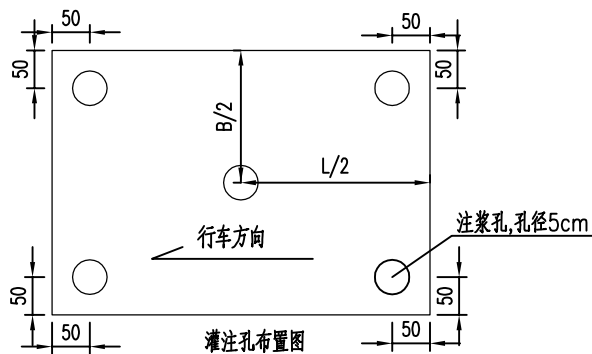
注：

1. 本图尺寸除钢筋以毫米计外，余以厘米计；
2. B类破坏形式为板角断裂：裂缝与纵横接缝相交，且交点距板角小于或等于板边长度一半的损坏。
 - (1) 板角断裂 $L \leq 1.5\text{m}$ 且 $B \leq 1.0\text{m}$ 时，采用板角修补法；
 - (2) 板角断裂 $L > 1.5\text{m}$ 或 $B > 1.0\text{m}$ 时，换板法。

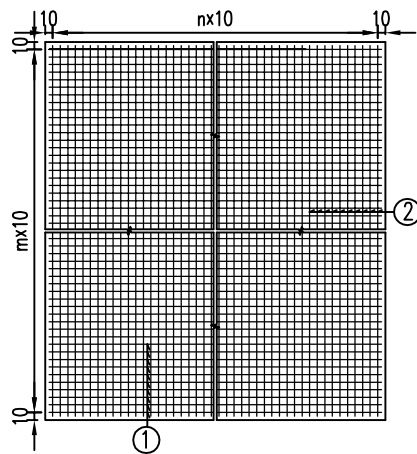
C类破坏形式
破碎板



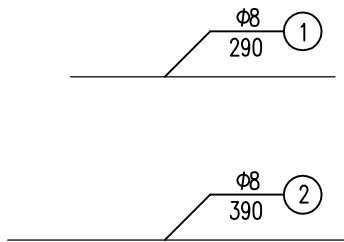
D类破坏形式
(弯沉实测值大于20)



C类处理方案



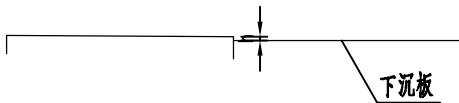
C类：破碎版采用换板法
老混凝土全部凿除，设置图示钢筋网片后浇筑混凝土



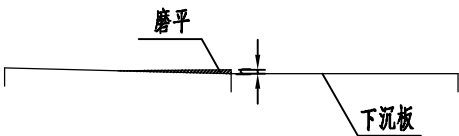
- 注：
1. 本图尺寸除钢筋以毫米计外，余以厘米计；
 2. C类破坏形式为破碎版：
(1) 轻：板块被裂缝分为3块以上，破碎板未发生松动和沉陷；
(2) 重：板块被裂缝分为3块以上，破碎板有松动、沉陷和唧泥等现象。
 3. D类（弯沉值位于20~40之间）处理采用水泥灌浆法，水泥强度为42.5级，7天强度不小于5MPa,28天不小于10MPa,操作方法可参照《公路养护技术规范》。

E类破坏形式

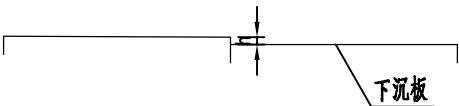
错台



E1: 错台高差 $h \leq 1\text{cm}$



E1: 错台高差 $h \leq 1\text{cm}$,采用磨平机或人工凿平。

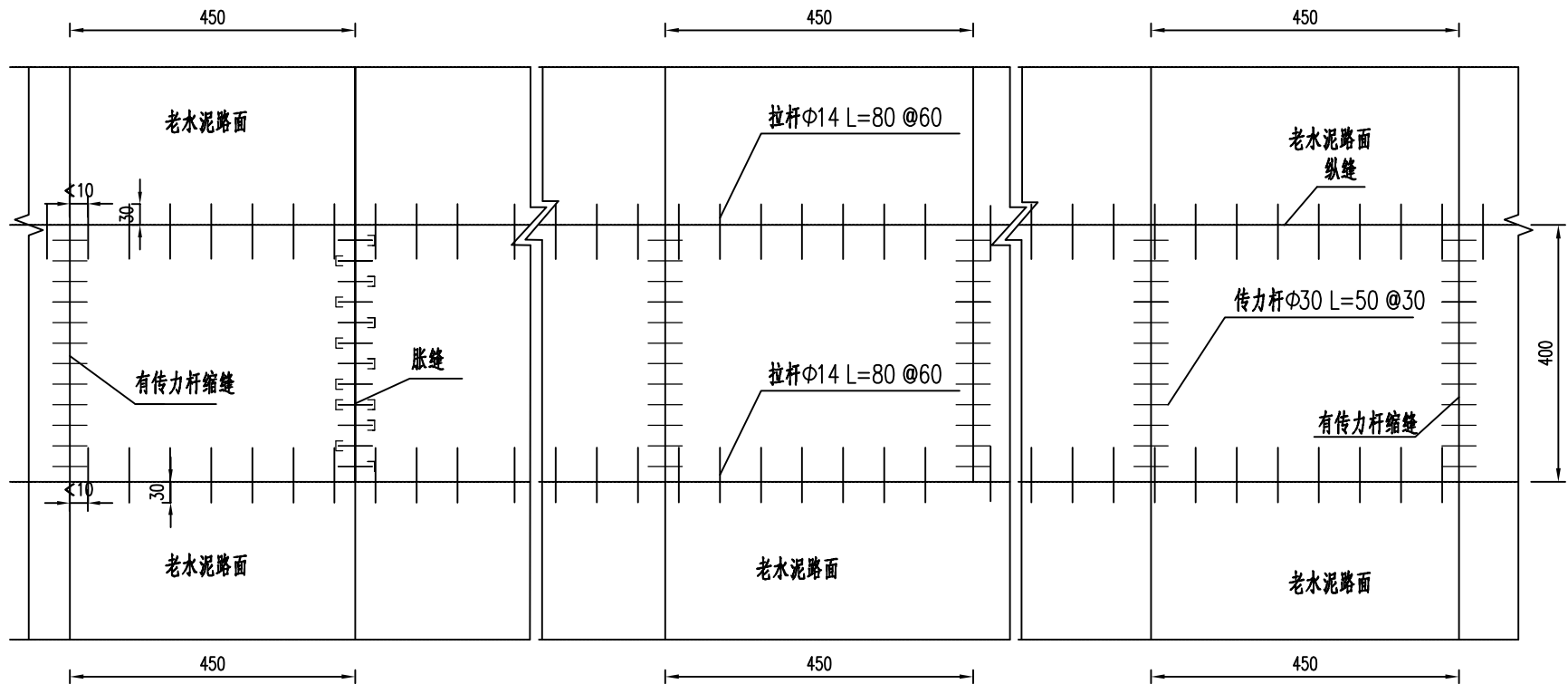


E2: 错台高差 $h > 1\text{cm}$

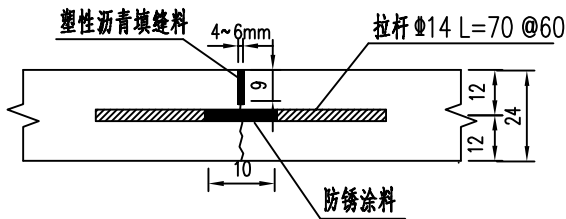
- 注：
1. 本图尺寸除钢筋以毫米计外，余以厘米计；
 2. E类病害为错台，分两种：
 - (1) E1类：错台高差 $h \leq 1\text{cm}$ ，采用磨平机或人工凿平，应从错台最高点开始向四周扩散，边磨边用三米直尺找平，直至相邻两块板齐平为止，磨平后，应将接缝内杂物清除干净，并吹净灰尘，及时将嵌缝料填入；
 - (2) E2类：错台高差 $h > 1\text{cm}$ ，采用换板处理；

连续换板处理配筋大样图

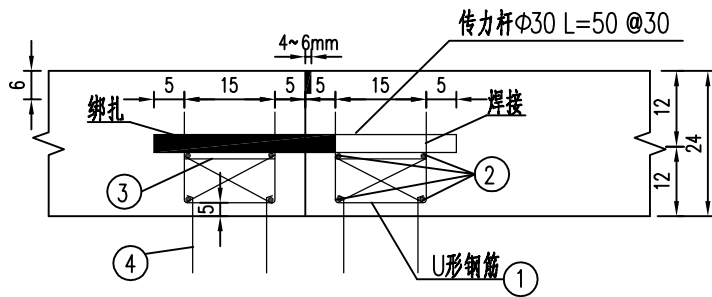
老路板块更换



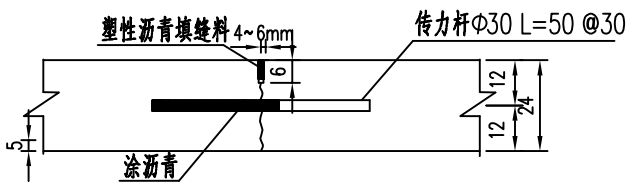
纵向缩缝传力杆结构图



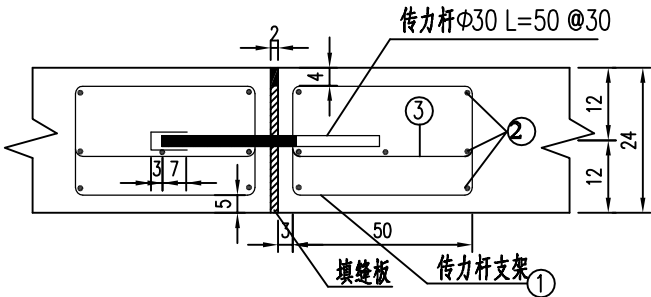
横向缩缝传力杆支架结构图



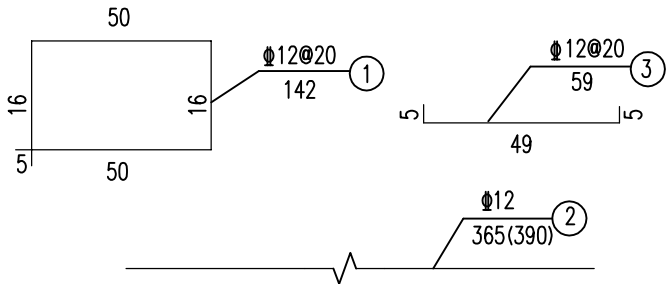
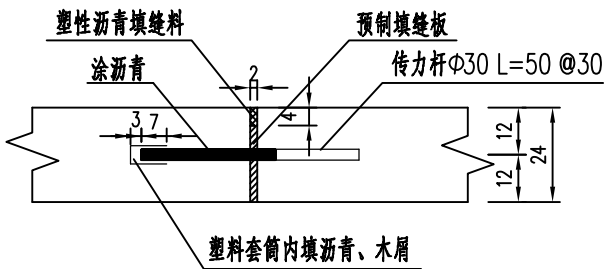
横向缩缝传力杆构造图



胀缝传力杆支架结构图



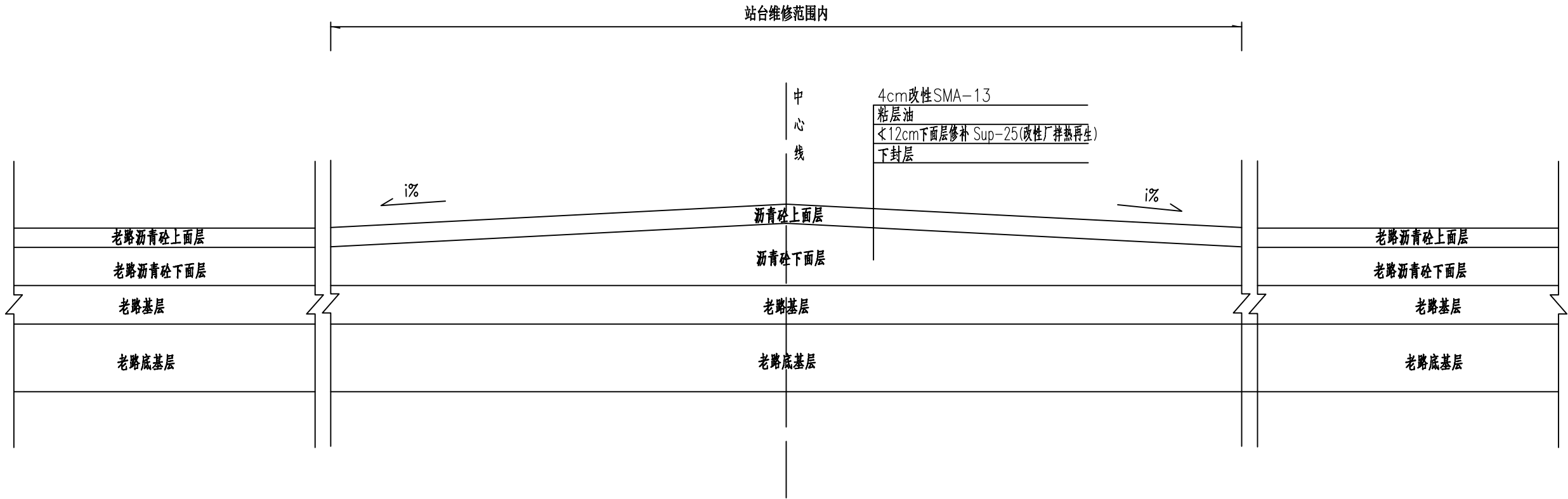
胀缝



注:

1. 本图尺寸除钢筋以毫米计外,余以厘米计。
2. 本图适用于老路板块更换,新建板块与老水泥板块齐平位置,然后再加铺沥青面层。
3. 施工时建议新建水泥板块的胀缝、缩缝与老水泥板块位置保持一致。
4. 植筋采用螺纹钢筋,设在板厚中央,拉杆的直径为Φ14,长度为80cm,植入旧板块30cm,间距为60cm。施工布设时,拉杆间距应按横向接缝的实际位置予以调整,最外侧的拉杆距横向接缝的距离不得小于10cm。
5. 植筋的粘胶剂必须采用专门配制的改性环氧树脂胶粘剂或者改性乙烯酯类粘胶剂,其安全性符合《混凝土结构加固设计规范》(GB50367-2013)的规定。

维修路面排水纵断面图

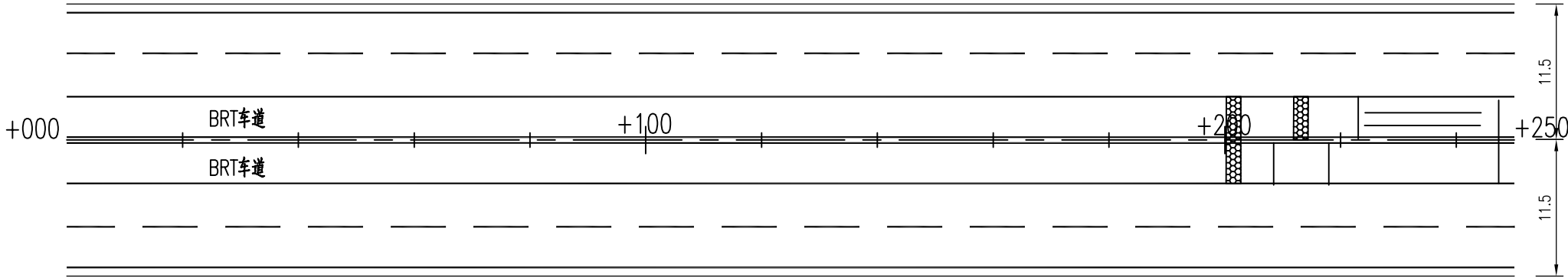


现状路面排水状况表

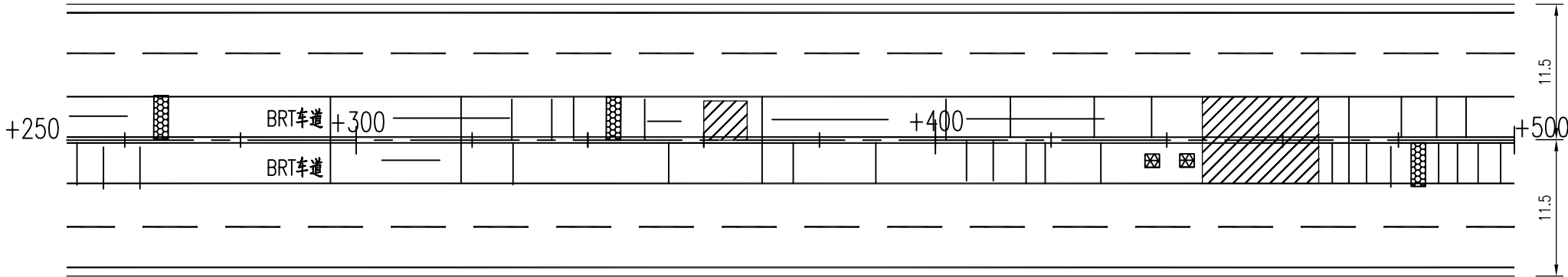
序号	站台		排水状况	站台总数
1	B1	嘉瑞宝广场（东、西向）	站台位置道路无纵坡，站台内侧的雨水无法排出	4
2		院前路（东、西向）		

注：1. 本图尺寸均以厘米计。
2. 图中顺坡i=0.3%。
3. 本图适用于原老路采用平坡（0%）或小于0.3%纵坡，排水不畅的路段。

G310路线病害分布图(K6+000~K6+250)

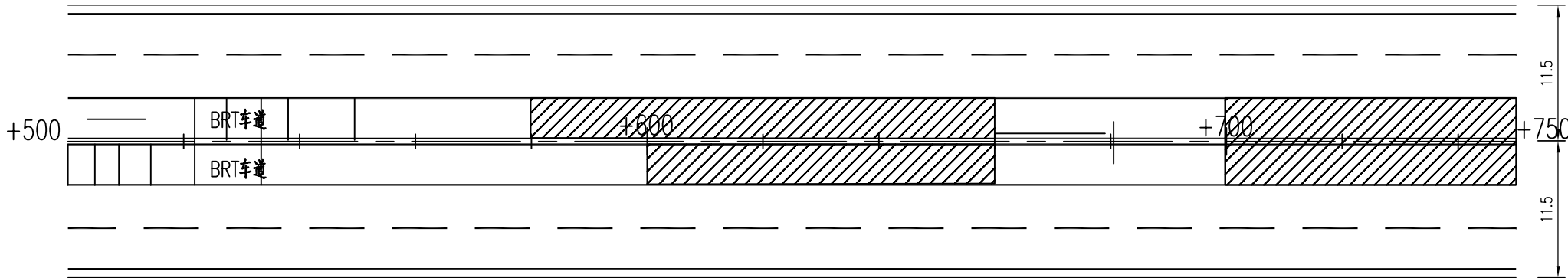


G310路线病害分布图(K6+250~K6+500)

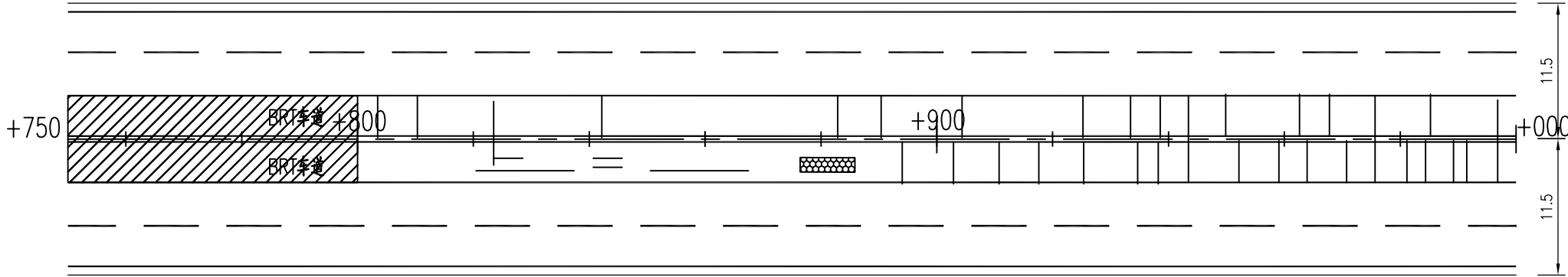


病害图例											
	纵向裂缝	横向裂缝	块状裂缝	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞

G310路线病害分布图(K6+500~K6+750)

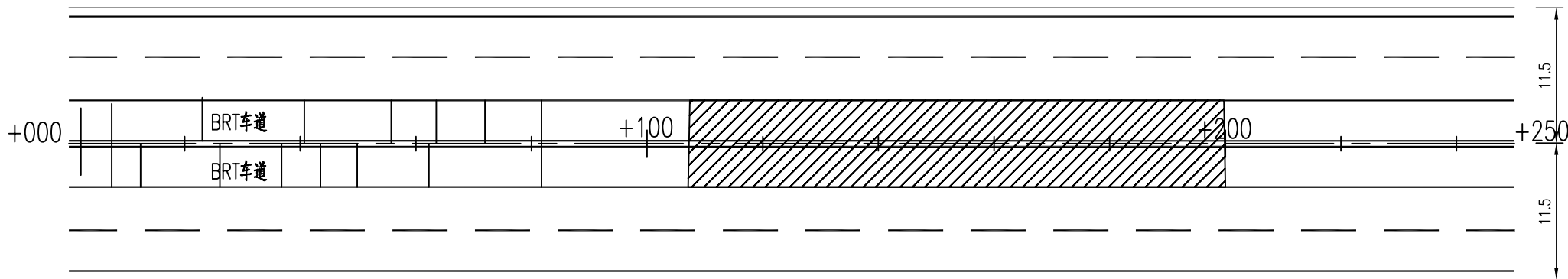


G310路线病害分布图(K6+750~K7+000)

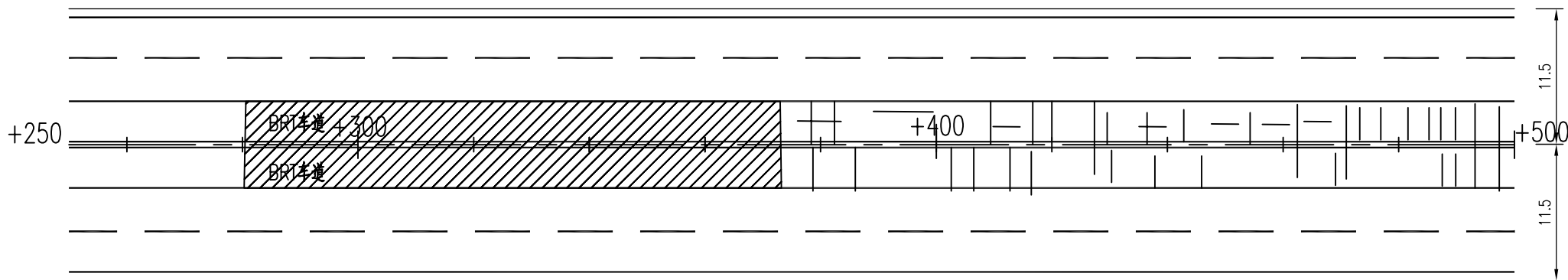


病害图例											
	纵向裂缝	横向裂缝	块状裂缝	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞

G310路线病害分布图(K7+000~K7+250)

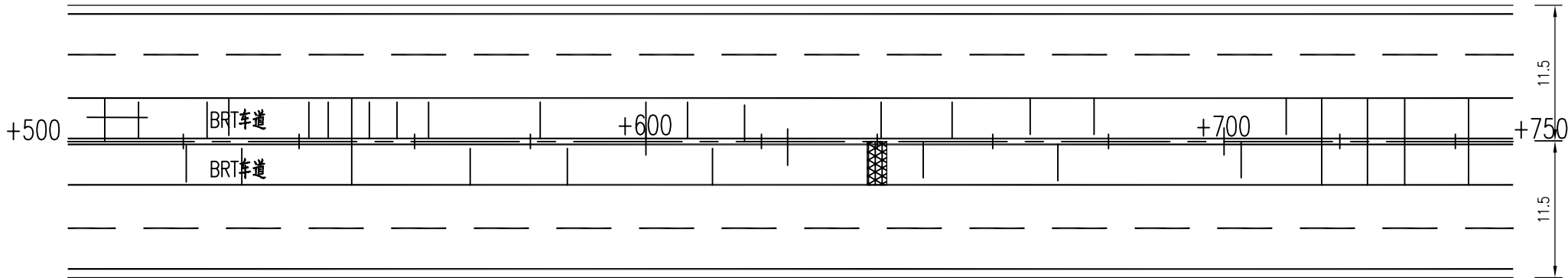


G310路线病害分布图(K7+250~K7+500)

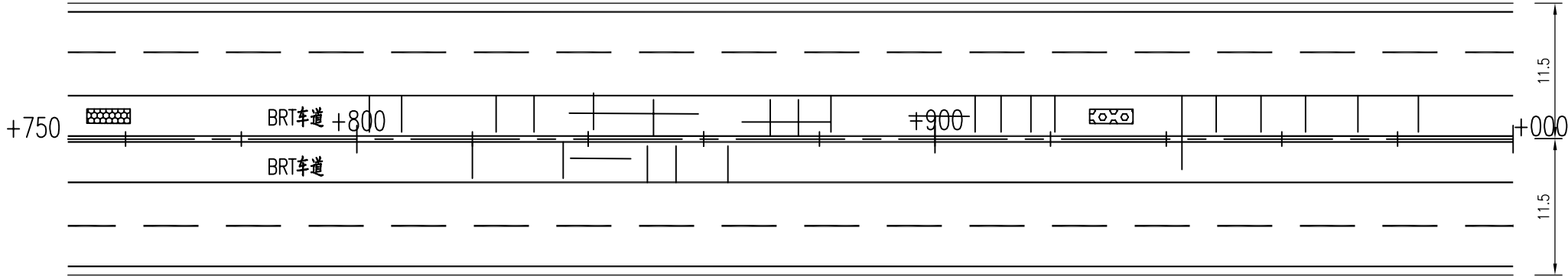


病害图例											
	纵向裂缝	横向裂缝	块状裂缝	坑洞	坑槽	松散	沉陷	车辙	波浪拥包	泛油	修补

G310路线病害分布图(K7+500~K7+750)

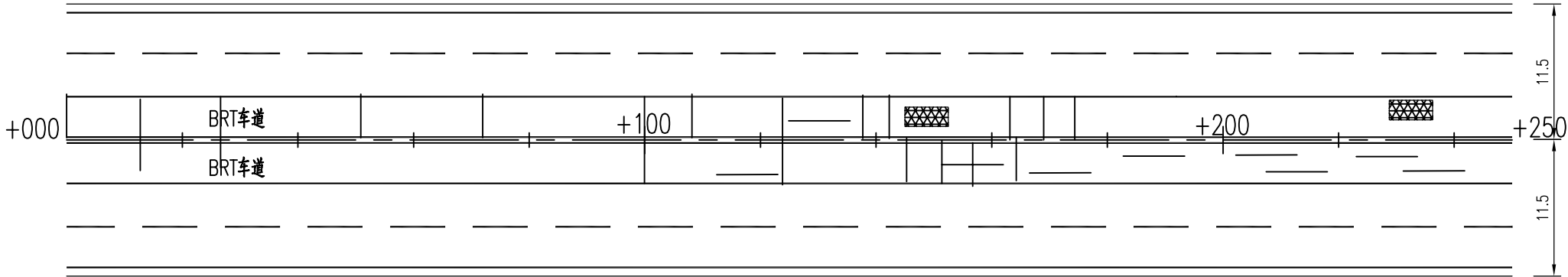


G310路线病害分布图(K7+750~K8+000)

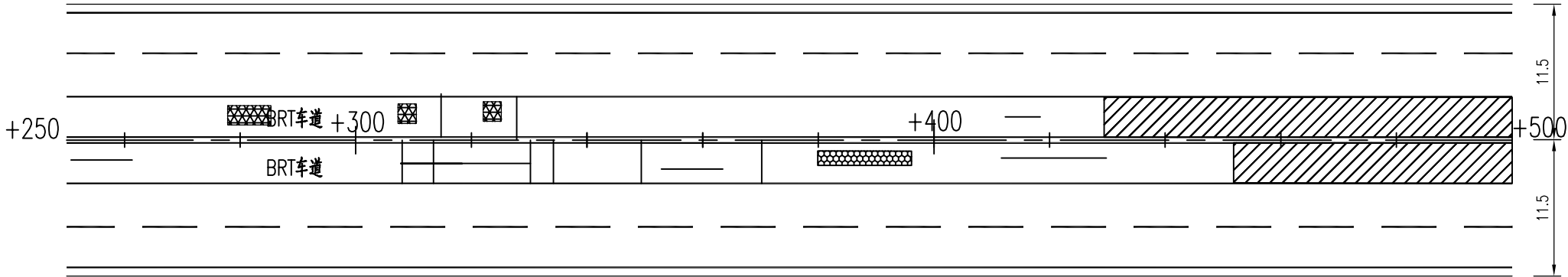


病害图例											
	纵向裂缝	横向裂缝	块状裂缝	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞	坑洞

G310路线病害分布图(K8+000~K8+250)

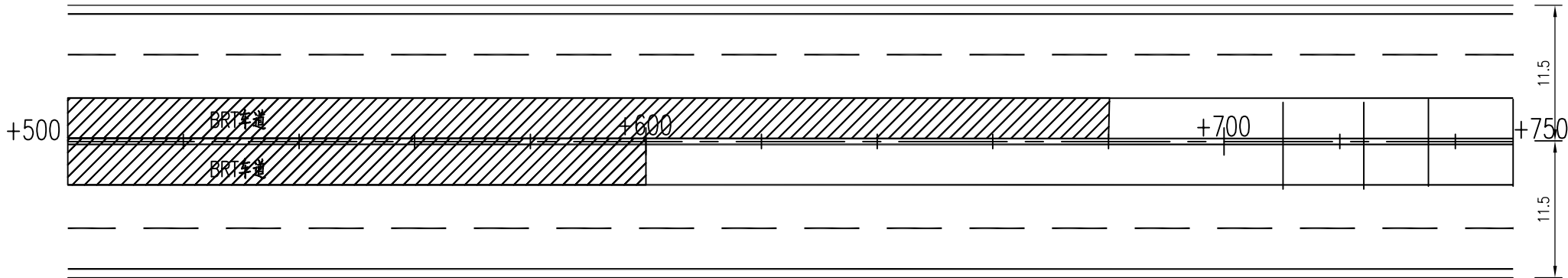


G310路线病害分布图(K8+250~K8+500)

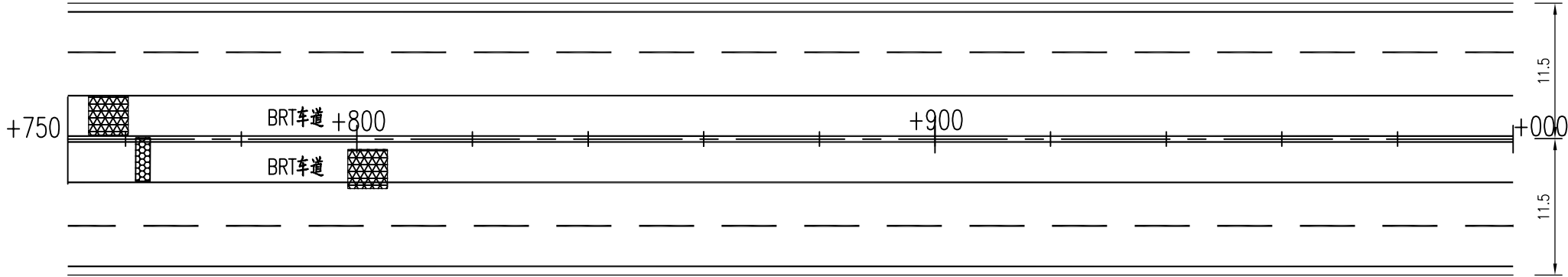


病害图例											
	纵向裂缝	横向裂缝	块状裂缝	龟裂	坑槽	松散	沉陷	车辙	波浪拥包	泛油	修补

G310路线病害分布图(K8+500~K8+750)



G310路线病害分布图(K8+750~K9+000)



病害图例											
	纵向裂缝	横向裂缝	块状裂缝	龟裂	坑槽	松散	沉陷	车辙	波浪拥包	泛油	修补