

路面装配式修复技术规程

Technical specification for pavement rehabilitation using precast
technology

(征求意见稿)

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

上海市 XXX 发布

前言

随着上海市道路交通量的持续增长,道路养护维修任务的时效性要求更加苛刻。路面装配式修复技术是一种快速、高效、绿色的养护维修方法。为推广路面装配式修复技术在上海市公路、城镇道路维修中的应用,根据上海市住房和城乡建设委员会《关于印发〈2019年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划〉的通知》(沪建标定[2018]753号)和上海市交通委员会《关于下达2019年度标准规范项目计划的通知》(沪交科[2019]208号)的要求,上海市道路运输事业发展中心会同同济大学组成编制组,承担《路面装配式修复技术规程》的编制工作。

编制组在大量的研究和调查工作的基础上,总结了路面装配式修复的实践经验,参考了相关的国家及行业标准,经广泛征求意见,制订了本规程。

本规程主要包括:总则;术语和符号;基本规定;材料;路面装配式修复结构与构造设计;装配式路面板预制;路面装配式修复施工;质量检验及方法等8章;以及本规程用词说明;引用标准名录;条文说明等内容。

本规程施行过程中,如有意见或建议,请反馈至同济大学(地址:上海市曹安公路4800号;邮编:201804;E-mail:hdzhao@outlook.com),或上海市建筑建材业市场管理总站(地址:上海市小木桥路683号5楼;邮编:200032;E-mail:shgcjsgf@sina.com),以供修订时参考。

主编单位:上海市道路运输事业发展中心、同济大学

参编单位:上海同科交通科技有限公司

上海路港建设工程有限公司

上海市同济市政公路工程咨询有限公司

上海公路桥梁(集团)有限公司

主要起草人员:

主要审查人员:

目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语.....	2
2.2	符号.....	3
3	基本规定	5
4	材料	6
4.1	水泥混凝土.....	6
4.2	接缝材料.....	7
4.3	板底注浆材料.....	8
4.4	加铺层材料.....	8
5	路面装配式修复结构与构造设计	11
5.1	一般规定.....	11
5.2	旧路检测.....	11
5.3	普通区域修复结构设计.....	12
5.4	特殊区域修复结构设计.....	15
5.5	构造与构件设计.....	17
6	装配式路面板预制	20
6.1	一般规定.....	20
6.2	板块预制工艺.....	20
6.3	板块储存与运输.....	21
7	路面装配式修复施工	23
7.1	一般规定.....	23
7.2	施工流程.....	23
7.3	旧路破除.....	24
7.4	基层处理.....	24
7.5	板块安装.....	25
7.6	接缝处理.....	25

7.7	板底注浆.....	26
7.8	加铺层摊铺.....	26
7.9	特殊区域施工.....	27
7.10	附属设施施工.....	27
8	质量检验及方法.....	28
8.1	一般规定.....	28
8.2	材料.....	28
8.3	预制板成品.....	29
8.4	装配式路面面层.....	30
8.5	竣工资料.....	33
	本规程用词说明.....	34
	引用标准名录.....	35
	条文说明.....	36

Contents

1	General Provisions	错误！未定义书签。
2	Terms and Symbols	错误！未定义书签。
2.1	Terms	错误！未定义书签。
2.2	Symbols	错误！未定义书签。
3	Basic Requirements	错误！未定义书签。
4	Materials	错误！未定义书签。
4.1	Cement Concrete	错误！未定义书签。
4.2	Joint materials	错误！未定义书签。
4.3	Bedding materials	错误！未定义书签。
4.4	Overlay materials	错误！未定义书签。
5	Structure and Embedded Features Design of Precast Pavement	错误！未定义书签。
5.1	General requirements	错误！未定义书签。
5.2	Existing pavement survey	错误！未定义书签。
5.3	Structure design of precast pavement for general area	错误！未定义书签。
5.4	Structure design of precast pavement for special area	错误！未定义书签。
5.5	Embedded features design	错误！未定义书签。
6	Fabrication of Precast Concrete Panel	错误！未定义书签。
6.1	General requirements	错误！未定义书签。
6.2	Precast panel fabrication techniques	错误！未定义书签。
6.3	Precast panel storage and shipping	错误！未定义书签。
7	Construction Techniques of Precast Pavement	错误！未定义书签。
7.1	General requirements	错误！未定义书签。
7.2	Construction procedure	错误！未定义书签。
7.3	Existing pavement removal	错误！未定义书签。
7.4	Base preparation	错误！未定义书签。
7.5	Precast panel installation	错误！未定义书签。
7.6	Joint treatment	错误！未定义书签。
7.7	Under-slab grouting	错误！未定义书签。

7.8	Overlay paving.....	错误！未定义书签。
7.9	Special area construction	错误！未定义书签。
7.10	Accessory construction	错误！未定义书签。
8	Quality Control and Quality Assurance Methods	28
8.1	General requirements	28
8.2	Materials	28
8.3	Precast panel	29
8.4	Precast pavement surface	30
8.5	Completion data	33
	Explanation of wording in This Specification	34
	Normative References.....	35
	Explanation of Relevant Specification	36

1 总则

1.0.1 为满足上海市路面装配式修复的需求，提高路面装配式修复工程的质量，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各级公路及城镇道路路面装配式修复工程的设计、施工及质量验收。

1.0.3 路面装配式修复的设计、施工及质量验收除按本规程执行外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 路面装配式修复 pavement rehabilitation using precast technology

使用预制完成、质量满足要求的水泥混凝土路面板对破损路面进行替换以快速恢复路面使用性能的路面修复措施。

2.1.2 传力杆（拉杆）槽 dowel bar (tie bar) slot

为保证装配式路面接缝传力杆（拉杆）的放置，在装配式路面接缝处预留具有一定空间位置容错性的槽口。传力杆（拉杆）槽的形式包括：上开口式，下开口式，上窄开口式、水平孔式等。

2.1.3 槽口灌浆 dowel bar (tie bar) slot sealing grouting

往传力杆（拉杆）槽内注入可固化的浆液使得装配式路面板块连接成整体的接缝处理技术。

2.1.4 板底注浆 under-slab grouting

将可固化的浆液通过压送设备注入装配式路面板底以保证板底接触良好并协调面层与基层变形的工艺过程。

2.1.5 板底功能层 functional layer underneath the panel

板底注浆后在面层与基层间形成的薄层。

2.1.6 加铺层 overlay

面向沥青路面修复时，摊铺在装配式水泥混凝土路面板表面用于改善路面功能的沥青混合料层。

2.1.7 起吊调平构件 lifting and jacking hardware

具备装配式路面板起吊及现场调平功能的构件。

2.1.8 导流槽 guiding gutter

预制于装配式路面板底以降低浆液扩散阻力、提高注浆效果的特殊构造。

2.1.9 注浆孔 grout hole

板底注浆中作为注浆通道的贯穿孔。

2.1.10 释放孔 release hole

分仓式注浆中释放空气，并可观察浆液充盈度的贯穿孔。

2.1.11 维压孔 pressure maintaining hole

中心扩展式注浆中监测注浆压力的贯穿孔。

2.1.12 异形板 non-planar panel

为适应表面为非平面的修复区域而单独设计的装配式路面空间扭曲板。

2.1.13 拆装式接缝构件 removable joint

可进行二次或多次拆装的板块连接构件。

2.1.14 整板起吊 intact panel lifting

为快速破除路面，采用吊机或采用特制的钢梁使得结构相对完整的旧路面板与基层分离并吊离的工艺。

2.2 符号

2.2.1 f_{rm} ——混凝土试配 28d 龄期弯拉强度的均值；

2.2.2 f_r ——水泥混凝土弯拉强度标准值；

2.2.3 c_v ——混凝土 28d 龄期弯拉强度的变异系数；

2.2.4 s ——混凝土 28d 龄期弯拉强度试验样本的标准差；

2.2.5 t_c ——保证率系数；

2.2.6 E_r ——基层顶面的当量回弹模量标准值；

2.2.7 SI ——路面结构的荷载扩散系数；

2.2.8 w_0 ——荷载中心处的弯沉值；

2.2.9 w_{300} ——距离荷载中心 300mm 处的弯沉值；

2.2.10 w_{600} ——距离荷载中心 600mm 处的弯沉值；

2.2.11 w_{900} ——距离荷载中心 900mm 处的弯沉值；

2.2.12 σ_{pr} ——面层板在临界荷位处产生的行车荷载疲劳应力；

2.2.13 σ_{tr} ——面层板在临界荷位处产生的温度梯度疲劳应力；

2.2.14 $\sigma_{p, max}$ ——最重的轴载在临界荷位处产生的最大荷载应力；

2.2.15 $\sigma_{t, max}$ ——所在地区最大温度梯度在临界荷位处产生的最大温度翘曲应力；

2.2.16 γ_r ——可靠度系数；

2.2.17 A_s ——每延米板所需的钢筋面积；

2.2.18 L_s ——计算纵向钢筋时为板长，计算横向钢筋时为板宽；

- 2.2.19 h ——水泥混凝土板厚度；
- 2.2.20 μ ——面层与基层之间的摩阻系数；
- 2.2.21 f_{sy} ——钢筋的屈服强度；
- 2.2.22 MO ——梯形（矩形）容许误差；
- 2.2.23 w ——板块间的最大间距；
- 2.2.24 λ ——吊位比；
- 2.2.25 l ——装配式路面板长边长度；
- 2.2.26 b ——装配式路面板短边长度；
- 2.2.27 TD ——构造深度；
- 2.2.28 σ ——动态平整度；
- 2.2.29 IRI ——国际平整度指数；
- 2.2.30 SFC ——横向力系数。

3 基本规定

3.0.1 路面装配式修复适用于水泥混凝土路面的局部修复和大面积修复，也适用于沥青路面的大面积修复。

3.0.2 当修复面积小于或等于 80m^2 或水泥混凝土板块数量小于或等于四块时，为局部修复。当修复面积大于 80m^2 或水泥混凝土板块数量大于四块时，为大面积修复。

3.0.3 宜参考《公路技术状况评定规程》(DG/TJ 08-2095)、《城市道路养护技术规程》(DG/TJ 08-92) 的规定确定修复区域的范围。

3.0.4 路面装配式总体修复方案应结合当地气候、水文、地质、材料、建设和养护条件、工程经验以及环境保护要求等进行调查与评估。

3.0.5 路面装配式修复的各阶段应严格满足精度要求以保证工程质量。

3.0.6 装配式修复完成后的路面结构性能和功能性能应不低于新建路面的验收标准。

3.0.7 装配式修复完成后的路面应与现有管线、井圈等特殊构造物有机协调。

3.0.8 应积极应用新结构、新材料、新装备、新工艺，提高路面装配式路面修复效率及质量。

4 材料

4.1 水泥混凝土

4.1.1 公路路面修复中,对于装配式路面板预制所用水泥混凝土材料具体要求如下:

- 1 水泥混凝土所用集料公称最大粒径不应大于 26.5mm;
- 2 水泥混凝土中砂的细度模数不宜小于 2.5;
- 3 路面应采用 42.5 级以上的道路硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,水泥含量不得少于 300kg/m³。

4.1.2 城镇道路路面修复中,对于装配式路面板预制所用水泥混凝土材料具体要求如下:

- 1 水泥混凝土所用集料公称最大粒径不应大于 31.5mm (碎石) 或 19.0mm (砾石);
- 2 水泥混凝土中砂的细度模数不宜小于 2.5;
- 3 路面应采用 42.5 级以上的道路硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,水泥含量不得少于 300kg/m³。

4.1.3 对重、特重、极重高速公路或城市快速路、主干路和重交通的其他道路,设计水泥混凝土的弯拉强度应高于 5MPa,其他情况设计水泥混凝土的抗弯强度应不小于 4.5MPa。

4.1.4 面向公路的装配式路面板预制所用水泥混凝土应按《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30)进行配合比设计,面向城镇道路的水泥混凝土配合比设计参考公路执行。配合比设计时的混凝土试配 28d 龄期弯拉强度的均值应按式(4.1.4)确定:

$$f_{m} = \frac{f_r}{1-1.04c_v} + t_c s \quad (4.1.4)$$

式中: f_m ——混凝土试配 28d 龄期弯拉强度的均值 (MPa);

f_r ——混凝土试配 28d 龄期弯拉强度的标准值 (MPa);

c_v ——混凝土 28d 龄期弯拉强度的变异系数;

s ——混凝土 28d 龄期弯拉强度试验样本的标准差;

t_c ——保证率系数，按表 4.1.4 确定。

表 4.1.4 保证率系数

道路等级	判别概率 p	样本数 n (组)				
		3	6	9	15	20
高速公路或快速路	0.05	1.36	0.79	0.61	0.45	0.39
一级公路或主干路	0.10	0.95	0.59	0.46	0.35	0.30
二级公路或次干路	0.15	0.72	0.46	0.37	0.28	0.24
三、四级公路或支路	0.20	0.56	0.37	0.29	0.22	0.19

4.1.5 预制装配式水泥混凝土路面板各时期的强度应满足以下要求：

- 1 脱模时，水泥混凝土抗压强度应高于 13.8MPa；
- 2 板块起吊时，水泥混凝土抗压强度应高于 17.2MPa；
- 3 板块运送至现场时，水泥混凝土抗压强度应高于 27.5MPa；
- 4 水泥混凝土 28d 的抗压强度应高于 31.0MPa。

4.1.6 水泥混凝土强度应按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081)进行测试。

4.2 接缝材料

4.2.1 应使用填缝材料对接缝进行填充，接缝填料应选用与接缝槽壁粘结力强、回弹性好、适应混凝土板收缩、不溶于水、不渗水、高温时不流淌、低温时不脆裂、耐老化的材料；高速公路、一级公路或快速路、主干路填缝料可选择硅酮类、聚氨酯类填缝材料，二级及二级公路或次干路及支路可选择橡胶沥青类、改性沥青类填缝材料等。

4.2.2 装配式路面槽口灌浆材料采用水泥砂浆类材料时，水泥、砂、外加剂等应符合国家现行相关标准的规定。

4.2.3 水泥砂浆类槽口灌浆材料的强度、膨胀与收缩状况、与水泥混凝土界面粘结强度等技术要求如表 4.2.3 所示。

表 4.2.3 槽口灌浆材料技术要求

性能	取值范围	测试方法
开放交通时的抗压强度	$\geq 17.2\text{MPa}$	除界面粘结强度外，参考《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ/T 70)
28 天抗压强度	$\geq 27.5\text{MPa}$	
膨胀率	$\leq 0.40\%$	
收缩率	$\leq 0.05\%$	
冻融损失 (25 次循环, 10% NaCl)	$\leq 1.0\%$	
28 天界面粘结强度	$\geq 2.1\text{MPa}$	
初凝时间	$\geq 15\text{min}$	
氯化物含量	$\leq 0.05\%$	
硫酸盐含量	$\leq 5.0\%$	

4.2.4 应积极研发新型槽口灌浆材料，以保证接缝长期工作性能。

4.3 板底注浆材料

4.3.1 应使用高流动性砂浆作为装配式路面中的板底注浆材料，可选择微膨胀或不收缩水泥砂浆、乳化沥青水泥砂浆 (CA 砂浆)、地聚合物砂浆等。

4.3.2 装配式路面中的板底注浆材料应能满足早强、耐久、低收缩、耐冲刷等需求。选用板底注浆材料时应满足以下要求：

- 1 板底注浆材料应具有较好的流动性和流动性维持能力。浆液的流动度不小于 340mm，可工作时间不少于 30min；
- 2 浆液应均匀且无泌水，其凝结时间可根据需要进行调节；
- 3 板底注浆材料各时期的抗压强度应满足以下要求：
 - (1) 撤去调平螺杆时，板底注浆材料的抗压强度应不低于 0.35MPa；
 - (2) 开放交通时，板底注浆放的抗压强度应不低于 2.0MPa。

4.4 加铺层材料

4.4.1 装配式复合路面的加铺层可选用普通沥青混合料及超薄磨耗层。

4.4.2 普通沥青混合料应满足《公路沥青路面设计规范》(JTG D50) 或《城镇道路路面设计规范》(CJJ 169) 对集料及沥青的相关要求，其指标试验方法依据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) 获取。

4.4.3 加铺层采用超薄磨耗层时，原材料及其混合料应满足如下要求：

1 超薄磨耗层的材料须满足排水、降噪的功能，具有较高的高温稳定性以及水稳定性，同时层间需要具有较高的抗剪切性能；

2 超薄磨耗层所用热拌沥青胶结料宜符合表 4.4.3-1 的规定；

表 4.4.3-1 热拌沥青胶结料技术指标

指标	单位	指标要求	测试方法
车辙因子 $G^*/\sin\delta$ (88℃)	kPa	>1.0	T0628
针入度 (25℃, 100g, 5s)	0.1mm	≥ 40	T0604
软化点 (TR&B)	℃	≥ 90	T0606
延度 (5℃, 5cm/s)	cm	≥ 30	T0605
60℃动力粘度	Pa s	100000	T0620
177℃粘度	Pa s	<3.0	T0625
离析, 48h 软化点差	℃	<4.0	T0661
粘韧性	N m	>20	T0624
韧性	N m	>15	T0624
弹性恢复 (25℃)	%	≥ 80	T0662
质量变化	%	≤ 0.6	T0609
针入度比 (25℃)	%	≥ 70	T0604
延度 (5℃, 5cm/s)	cm	≥ 15	T0605

3 超薄磨耗层所用的集料宜符合表 4.4.3-2 的规定；

表 4.4.3-2 集料性能指标

指标	指标
石料压碎值, %	<28
洛杉矶磨耗值, %	<30
砂当量 (粒径小于 2.36mm), %	>60
棱角性, % (粒径在 2.36~4.75mm)	>30
棱角性, % (粒径在小于 2.36mm)	
表观相对密度 (t/m ³)	2.5

毛体积相对密度 (t/m ³)	实测
表观相对密度 (t/m ³)	2.5

4 超薄磨耗层宜采用 OGFC-5 级配，且宜满足表 4.4.3-3 的要求；

表 4.4.3-3 沥青混合料的级配要求

筛孔尺寸 (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.075
通过百分率 (%)	100	80~100	5~30	0~25	0~5

5 热拌超薄磨耗层混合料应具有良好的施工和易性及相关路用性能，室内试验测得的超薄磨耗层混合料的技术指标要求如表 4.4.3-4 所示。

表 4.4.3-4 热拌超薄磨耗层混合料技术指标

试验项目	单位	指标要求	试验方法
空隙率	%	>12	T0708
马歇尔稳定度	KN	>3.5	T0709
浸水马歇尔残留稳定度	%	>85	T0709
动稳定度 (60℃)	次/mm	>3500	T0719
谢伦堡析漏	%	<0.3	T0732
肯塔堡飞散损失	%	<20	T0733
冻融劈裂残留强度比	%	>80	T0729
四点弯曲疲劳寿命 (15℃, 800μ ϵ)	次	>10 万	T0739

5 路面装配式修复结构与构造设计

5.1 一般规定

5.1.1 路面装配式修复的结构与构造设计应遵循修复路面结构增强、修复路面与原有路面协同工作、安全施工、经济实用的原则。

5.1.2 路面装配式修复设计年限及荷载参数应根据待修复路面的设计资料确定；交通量应通过历史溯源回归预测确定，无历史交通量数据时参考待修复路面的设计资料确定。

5.1.3 应根据待修复区域现有路面状况及施工便捷性等综合确定设计方案。

5.2 旧路检测

5.2.1 路面装配式修复结构与构造设计前，应采用有效的检测设备及方法，对待修复区域的三维信息、路面结构层厚度、路面结构状况、附属设施分布情况进行检测。

5.2.2 三维信息检测应满足以下规定：

1 可采用全站仪结合水准仪高精度检测方法进行检测，对旧路路面三维高程检测，宜采用如图 5.2.2 所示的测点布设方式；

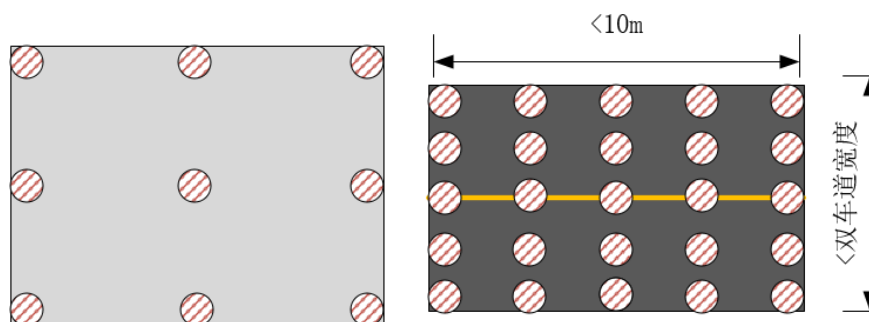


图 5.2.2 路面高程检测测点布设方式（左：水泥混凝土路面，右：沥青路面）

2 面向大面积修复时，宜积极应用先进的三维信息检测设备，加快检测效率，如三维扫描设备、移动摄影测量设备等。

5.2.3 路面结构层厚度检测应满足以下规定：

1 可采用钻芯法检测旧路结构层厚度，钻芯点的平面位置宜同图 5.2.2；

2 面向大面积修复时，宜采用超声脉冲波法、探地雷达法进行全面、快速的结构层厚度检测，但检测前需随机选择部分区域（面积不小于总面积的 5%）使

用钻芯法进行厚度校核。

5.2.4 应根据《公路技术状况评定规程》(DG/TJ08-2095)、《城市道路养护技术规程》(DG/TJ08-92)的规定对路面的结构状况进行评估。

5.2.5 应实地调查并查阅相关的设计资料,获取修复路段上道路附属设施的相关参数,包括排水设施分布、进口坡、侧平石、电力通信保障设施等的相关参数。

5.3 普通区域修复结构设计

5.3.1 路面装配式修复的结构组合包含以下两类:

1 装配式水泥混凝土路面,包括:原有基层、板底功能层、装配式路面板。结构组合示意如图 5.3.1-1 所示。

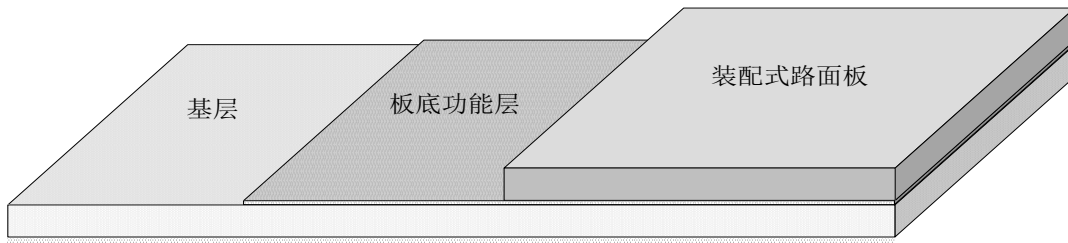


图 5.3.1-1 装配式水泥混凝土路面结构组合示意图

2 装配式复合路面,包括:原有基层、板底功能层、装配式路面板、加铺层。结构组合示意如图 5.3.1-2 所示。

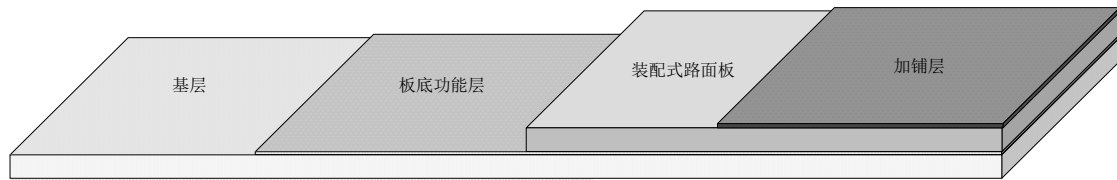


图 5.3.1-2 装配式复合路面结构组合示意图

5.3.2 装配式路面板的平面尺寸设计应满足以下要求:

1 面向水泥混凝土路面的局部修复,装配式路面板宜采用 1/2 原板或整板尺寸;

2 面向水泥混凝土路面的大面积修复,装配式路面板短边长度宜为 2.5~3.75m,板长边长度宜为 2.5~9m;

3 面向沥青路面的修复,装配式路面板的平面尺寸宜结合修复区域的面积灵活确定,但长边长度不宜超过 9m,短边长度不宜超过 3.75m。

5.3.3 板底功能层厚度应结合设计高程、预制板厚及基层状况等确定，宜为10mm~30mm。

5.3.4 路面装配式修复结构设计时，结构层的材料参数按以下方法确定：

1 当待修复区域破损不严重且结构性能较好时，宜采用弯沉盆反演获取基层顶面当量回弹模量，计算方法采用式（5.3.4-1）~（5.3.4-2）。

$$E_r = 100e^{3.60 + 24.03w_0 - 0.057} - 15.63SI \quad (5.3.4-1)$$

$$SI = \frac{w_0 + w_{300} + w_{600} + w_{900}}{w_0} \quad (5.3.4-2)$$

式中： E_r ——基层顶面的当量回弹模量标准值（MPa）；

SI ——路面结构的荷载扩散系数；

w_0 ——荷载中心处的弯沉值（ μm ）；

w_{300} 、 w_{600} 、 w_{900} ——距离荷载中心 300mm、600mm、900mm 处的弯沉值（ μm ）。

当落锤式弯沉仪受限时，可根据钻芯的材料组成及性能依经验确定。

对沥青路面，将现有路面结构层简化为沥青混合料类材料层、无机结合料稳定层或粒料层和路基组成的三层体系，利用弯沉反演或芯样实测的方法确定各层的弹性模量。

2 当既有路面破损严重或结构性能不足时，则需要在破除原有路面结构后对基层进行补强或重新修筑，并根据修复场景分别参考《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）、《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）及《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169）中给出的材料模量的经验推荐值进行厚度设计。

3 板底功能层、装配式路面板及加铺层的材料参数依据《建筑砂浆基本性能试验方法标准》（JGJ/T 70）、《普通混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081）及《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的相关实验方法获得。

5.3.5 面向水泥混凝土路面修复的装配式路面板厚度设计应采用设计基准期内行车荷载和温度梯度综合作用不产生疲劳断裂作为设计标准，并以最重轴载和最大温度梯度综合作用不产生极限断裂作为核验标准。其极限状态表达式可分别采用式（5.3.5-1）和式（5.3.5-2）。

$$\gamma_r(\sigma_{pr} + \sigma_{tr}) \leq f_r \quad (5.3.5-1)$$

$$\gamma_r(\sigma_{p,max} + \sigma_{t,max}) \leq f_r \quad (5.3.5-2)$$

式中： σ_{pr} ——面层板在临界荷位处产生的行车荷载疲劳应力（MPa）；
 σ_{tr} ——面层板在临界荷位处产生的温度梯度疲劳应力（MPa）；
 $\sigma_{p,max}$ ——最重的轴载在临界荷位处产生的最大荷载应力（MPa）；
 $\sigma_{t,max}$ ——所在地区最大温度梯度在临界荷位处产生的最大温度翘曲应力（MPa）；
 γ_r ——可靠度系数，分别根据《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）及《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169）选取；
 f_r ——水泥混凝土弯拉强度标准值（MPa）。

σ_{pr} 、 σ_{tr} 、 $\sigma_{p,max}$ 、 $\sigma_{t,max}$ 可依据实际情况，根据《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）及《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169）选用弹性地基板模型计算，或采用有限元法进行计算。

5.3.6 面向沥青路面的大面积修复，其装配式路面板厚度及加铺层厚度设计应满足以下规定：

1 当加铺层为超薄磨耗层时，装配式路面板的荷载应力应根据式（5.3.5-1）和式（5.3.5-2）进行验算，超薄磨耗层厚度宜为所用集料最大公称粒径的 2.2~2.5 倍，宜为 1.0~1.8cm。

2 当加铺层为普通沥青混合料时，装配式路面板的荷载应力应计入沥青混合料层的影响，可分别根据《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）、《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169）或采用有限元的方式进行计算。对城镇道路：快速路、主干路（或中等及中等以上交通）厚度不宜小于 100mm，其他道路不宜小于 70mm；对公路：高速公路和一级公路的最小厚度宜为 100mm，其他等级公路的最小厚度宜为 80mm。

5.3.7 装配式路面板的配筋设计应满足以下规定：

1 为平衡起吊和运输中板内的拉应力，应根据板块重量配置单层钢筋，配筋率为 0.15%~0.20%；

2 为了防止起吊过程中板边以及起吊调平构件周围发生开裂，应对板边和起

吊调平构件周边 0.5m 范围内进行钢筋加密，加密后配筋率为 0.3%~0.4%；

3 为平衡收缩受阻产生的板内拉应力，每延米板宽的钢筋用量可按照式 (5.3.7) 计算：

$$A_s = \frac{16L_s h \mu}{f_{sy}} (\text{mm}^2) \quad (5.3.7)$$

式中： A_s ——每延米板所需的钢筋面积 (mm^2)；

L_s ——计算纵向钢筋时为板长 (m)，计算横向钢筋时为板宽 (m)；

h ——水泥混凝土板厚度 (mm)；

μ ——面层与基层之间的摩阻系数；

f_{sy} ——钢筋的屈服强度 (MPa)。

4 钢筋应设在板面下 1/3~1/2 板厚范围内，宜设在板面下 1/3 处。外侧钢筋中心距接缝或自由边的距离为 100~150mm，钢筋保护层的厚度不小于 50mm。

5.4 特殊区域修复结构设计

5.4.1 当待修复区域含有井圈时，应将井圈与装配式路面板集成预制。将井圈部位的配筋截断，增设局部加强钢筋；加强钢筋包括与钢筋网格平行的加强钢筋以及环绕井圈下边缘的圆形钢筋，如图 5.4.1 所示。加强钢筋分为上下两层，设在板面下 1/3~1/2 板厚范围内，距离井圈边缘的距离为 100mm。

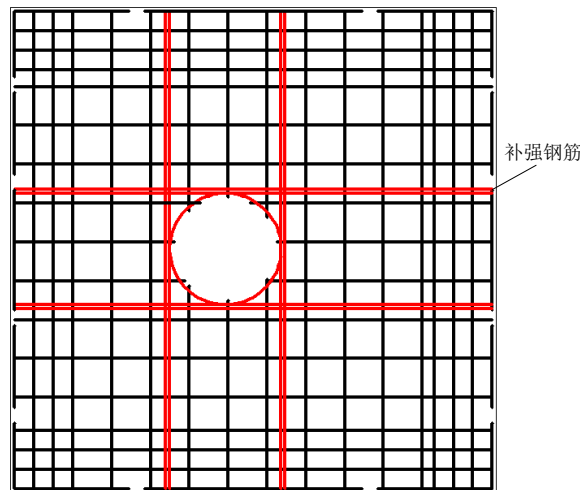


图 5.4.1 井圈外围局部加强钢筋

5.4.2 对平曲线弯道处的修复，装配式路面板平面形状及尺寸应满足以下规定：

1 宜将装配式路面板块平面形状设计为如图 5.4.2-1 所示的梯形，梯形斜边沿

平曲线半径指向圆心。梯形板块的最大下底长（不大于 9m）根据以直代曲的梯形中部容许误差 MO 确定，梯形中部容许误差取 10mm。

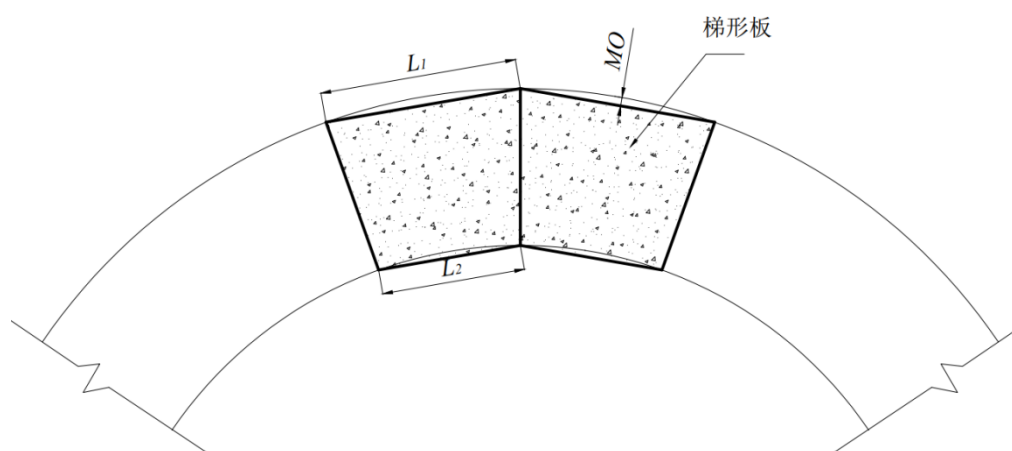


图 5.4.2-1 梯形板块平面布置及尺寸

2 实际预制条件困难时，若平曲线半径大于 2000m，可考虑将装配式路面板块形状设计为如图 5.4.2-2 所示矩形，矩形板长（不大于 9m）根据以直代曲的矩形中部容许误差 MO 及板块间的最大间距 w 确定，矩形中部容许误差取 10mm，板块间的最大间距取横向接缝最大宽度 10mm。

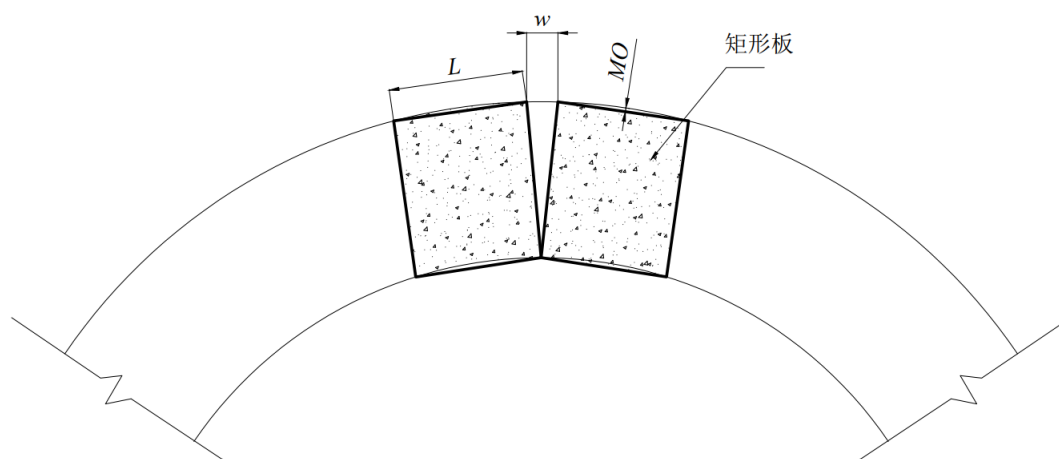


图 5.4.2-2 矩形板块平面布置及尺寸

5.4.3 对平面缓和曲线段的修复，装配式路面板的平面形状设计为矩形，平面尺寸与圆曲线段的矩形板相同。

5.4.4 对于特定的不规则区域的修复，如交叉口边缘板块的修复，装配式路面板的平面形状及尺寸应单独设计，使之与待修复区域完全契合。

5.4.5 对超高过渡段、巷道、交叉口等可能存在表面为非平面的路面修复，当采用平板导致较大错台时，装配式路面板应设计为异形板，如图 5.4.5 所示。设计时应首先保证三个端点（A、B、C）在一个平面上，第四个点（D点）的相对高程则通过坡度渐变获得。

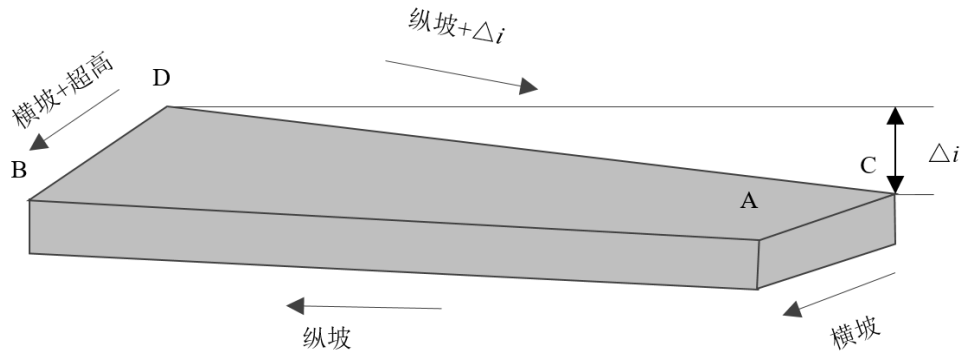


图 5.4.5 矩形异形板块平面布置及尺寸

5.4.6 当待修复区域为多边形（边>4）异形曲面时，将多边形异形曲面切割为四边形及三角形的异形曲面组合进行设计。

5.4.7 特殊区域的装配式路面板配筋与普通区域配筋要求相同，钢筋的方向及线型变化应与板块平面形状及坡度变化相一致。

5.5 构造与构件设计

5.5.1 装配式路面板起吊与调平构件应满足以下规定：

1 宜将起吊构件及调平构件设计为一体；

2 装配式路面板宜采用四点起吊的方式，最佳吊位比为 1/6~1/5，板的宽长比大于 0.75 宜取 1/6，小于等于 0.75 宜取 1/5。其中吊位比为吊点距板边的距离与该边长度的比值，如图 5.5.1 所示，可按照式（5.5.1）计算：

$$\lambda = \frac{x}{l} = \frac{y}{b}, \quad \lambda \in (0, 0.5) \quad (5.5.1)$$

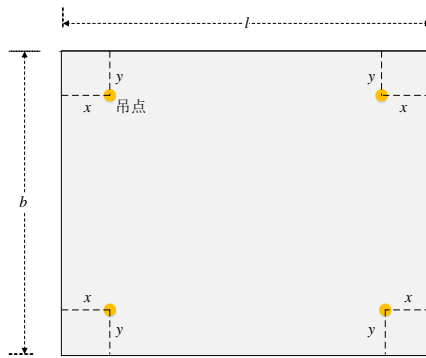


图 5.5.1 装配式路面板吊点布置示意图

5.5.2 路面装配式修复的注浆构造设计应满足以下规定：

1 应在装配式路面板底设置导流槽注浆构造，导流槽平面布设可为分仓式或中心扩展式，如图 5.5.2 所示。分仓式导流槽应沿路面长度方向，间距宜为 1.25m~2.5m。中心扩展式导流槽沿装配式路面板对角布设，相交于装配式路面板平面中心。

2 导流槽截面宜设计为梯形截面或弧形截面，导流槽宽度为 2.5~5cm，高度为 1~2cm。

3 装配式路面板底边缘应采用密封材料封闭，分仓式导流槽每仓之间都采用密封材料分隔。密封条可选用三元乙丙橡胶材料。

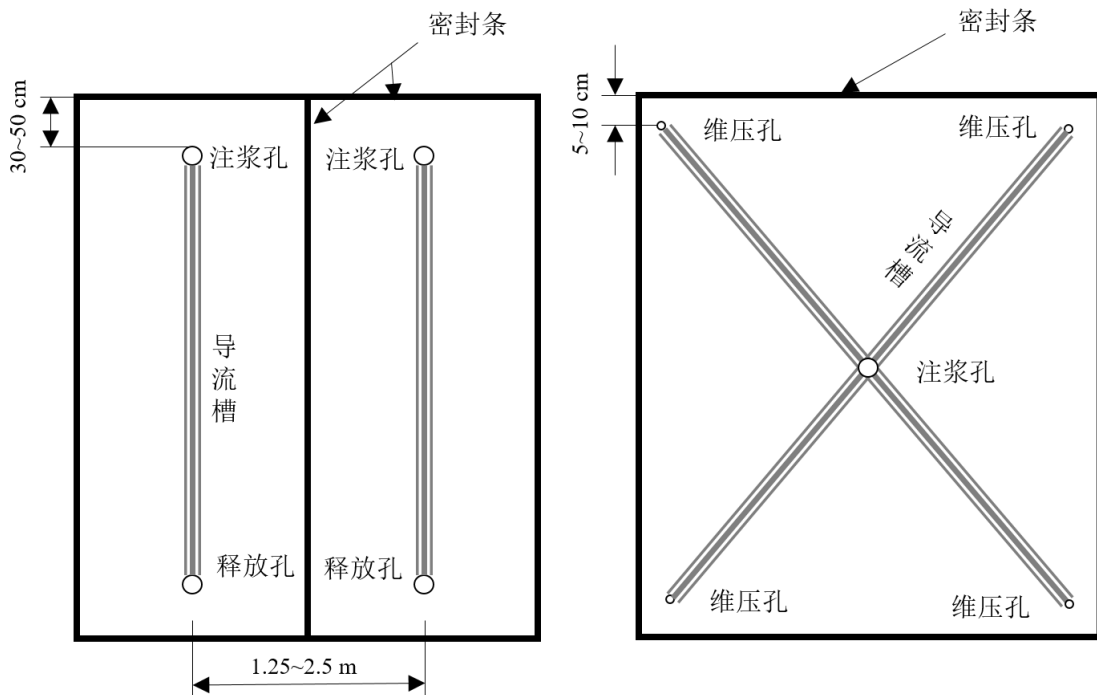


图 5.5.2 板底注浆导流槽平面布置（左：分仓式，右：中心扩展式）

4 两种导流槽布置都应设置贯穿板厚的注浆孔构造。分仓式导流槽的注浆孔设置于导流槽端部，平面位置不应与配筋冲突，距离横缝宜为 30~50cm。中心扩展式导流槽的注浆孔设置于装配式路面板平面中心。

5 注浆孔直径不应小于 5cm。

6 分仓式导流槽应设置与注浆孔位置对称、孔径相同的释放孔。

7 中心扩展式导流槽应设置直径为 5~10mm 的维压孔，平面位置宜距横缝 5~10cm。

5.5.3 路面装配式修复的接缝构造设计应满足以下规定：

1 装配式路面接缝应采用平缝形式，形式可采用下开口式、上开口式、上窄开口式、水平孔式等。

2 设计接缝宽度应为 5~10mm。

3 传力杆或拉杆的直径、长度、布设间距与《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）相同。对于渠化明显，轮迹集中的道路，可只在每个轮迹带下方布设 4-5 根传力杆，间距小于 30cm；对于轮迹分散的交叉口、道路，宜在接缝处等距布设传力杆。

4 应积极研发新型拆装式接缝构件，并推广其应用。

5.5.4 非矩形板的构造及构件设计可按以下规定执行：

1 三角形板的起吊采用三点起吊，其起吊调平构件位置的确定仍参考矩形板。注浆采用中心扩展式注浆，注浆孔位置位于平面几何中心，维压孔位置的确定、导流槽的设计等参考矩形板；

2 四边形（非矩形、正方形）板的起吊调平构件位置的确定仍参考矩形板。注浆方式可采用分仓式注浆，也可采用中心扩展式注浆。分仓式注浆的注浆孔、释放孔、导流槽等的设置参考矩形板；采用中心扩展式注浆时，注浆孔位置位于平面几何中心，维压孔位置的确定、导流槽的设计等仍参考矩形板。

6 装配式路面板预制

6.1 一般规定

6.1.1 在板块的生产过程中，应该从模板材料及安装、钢筋定位、构件安装和养护环境等方面对装配式路面板的质量进行控制，以保证生产出满足设计、质量优良的装配式路面板。

6.1.2 根据预制场的施工条件和技术水平可采用正模法或倒模法两种预制方式。

6.1.3 模板的部件与部件之间应连接牢固，避免水泥混凝土浇筑时漏浆。

6.1.4 板块预制应在特殊的预制台上进行，当条件不具备时可在地面上进行，但应提前硬化地面，硬化后地面应平整光洁，不得有下沉、裂缝、起砂和起鼓等现象。

6.2 板块预制工艺

6.2.1 板块预制应采用以下流程：模板拼装→钢筋绑扎与构件安装→水泥混凝土浇筑→板块拆模与养护→板块堆放与储存。

6.2.2 模板及其拼装应满足以下要求：

1 模板材料应有足够的承载力、刚度、稳定性，并应满足预制板块质量和生产工艺等要求；

2 模板拼装前，应对模板的配件数量进行检查，并保证配件表面无锈蚀（钢模板）或损坏；

3 模板拼装完成后，应对模板尺寸及其边角高程进行复核，保证误差低于成品板的容许误差。

6.2.3 钢筋绑扎应满足以下要求：

1 钢筋加工前应先进行外观检验，表面不应有裂纹、油污和片状老锈；钢筋表面的铁锈，应在使用前清除干净；

2 绑扎钢筋长度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，钢筋网片尺寸允许偏差 $\pm 5\text{mm}$ ；

3 钢筋网片入模后，受力主筋的水泥混凝土保护层厚度可采用专用塑料支架或水泥混凝土垫块控制，并应符合设计要求。

6.2.4 构件预埋应满足以下要求：

1 预埋件的固定应保证位置准确，在水泥混凝土浇筑、振捣过程中不得发生位移，其位置允许偏差±5mm；

2 预埋线盒和管线时，应与模板或钢筋固定牢固，并使用发泡聚氨酯进行密封；

3 预埋构件安装后应根据设计要求核查其类别、数量及布设位置；

4 预埋构件安装完成后须做防锈处理。

6.2.5 板块浇筑应满足以下要求：

1 水泥混凝土宜采用机械振捣；

2 装配式路面板厚度大于 300mm 时，水泥混凝土浇筑时宜分层浇筑；

3 水泥混凝土浇筑过程中应随时检查模板有无漏浆、变形或预埋件有无移位等。

6.2.6 装配式路面板脱模后可根据预制施工的条件，选择水浴养护、蒸汽养护、覆盖和涂刷养护剂等一种或几种相结合的方式养护，养护应按照标准养护方式进行。

6.3 板块储存与运输

6.3.1 对于检验合格的装配式路面板，应在其醒目位置设置明显的表面标识，标识宜包括工程名称、板块编号、制作日期、合格状态和生产单位信息等，如图 6.3.1 所示。

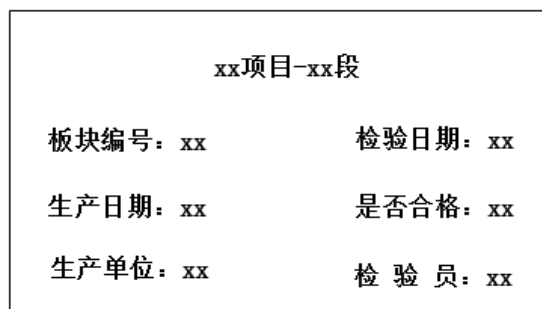


图 6.3.1 标识牌示例

6.3.2 对于检验合格的装配式路面板，应在板块侧面端点处用大写字母标记设计时的各端点，以方便板块现场施工。

6.3.3 装配式路面板库区存放场地宜为水泥混凝土硬化地面或经人工处理的自然地坪，应满足平整度和地基承载力要求，并应设有排水设施。

6.3.4 装配式路面板可多层码放，板块底部应用垫木支撑，垫木的位置应根据板块的受力情况合理设置；多层码放时上下垫木的位置应对齐且应便于操作，装配式路面板不宜超过 5 层。存储时垫木放置的示意图如图 6.3.4 所示。

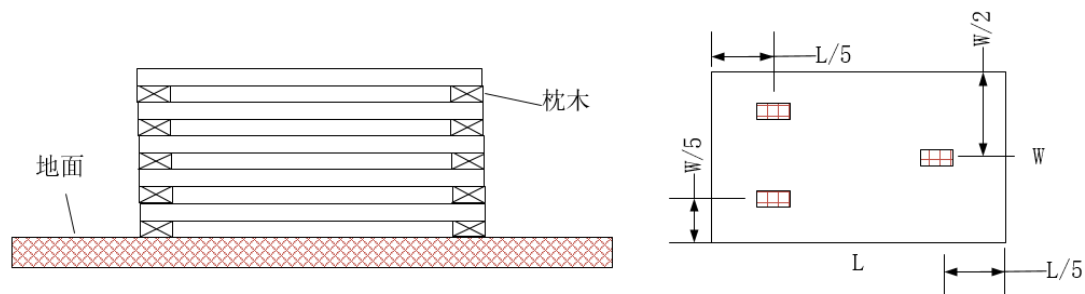


图 6.3.4 存储时垫木位置示意图

6.3.5 装配式路面板运输时，如需多层码放，可按照存储时的堆叠方法，堆叠不应多于 3 层，各层板块应捆绑形成一个整体。

6.3.6 异形板也可采用堆叠储存和运输，但应保证上下板的空间及水平位置固定。

6.3.7 运输时需将板块紧固于运输车辆上，应根据运输车辆运力及当地道路要求合理决定每车运送的板块数量。

7 路面装配式修复施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工单位应具备相应的公路或城镇道路施工资质并拥有路面装配式修复经验的专业施工队伍。

7.1.2 施工单位应与设计单位进行充分沟通交底，了解并掌握设计意图，必要时设计人员应提供现场技术指导。

7.1.3 应对施工现场及其附近的原材料、水资源储存及供应情况进行充分调研、收集当地气候特征、中长期天气预报、无线通信条件等与施工相关的资料。

7.1.4 应根据修复路段施工条件、场地位置、沿线建筑物情况、交通状况进行总体布局设计和交通组织设计。

7.1.5 应根据路面装配式修复设计与施工质量控制水平要求、工程规模、进度工期等条件，选择适宜的施工工艺、机械设备及其数量，制定施工方案和施工组织计划。

7.1.6 路面装配式修复现场施工应建立健全安全生产管理体系及应急预案，明确安全责任，严格执行安全操作规程，保障施工人员的职业健康，保证施工安全。

7.1.7 施工中，应注重节约用地，施工作业机械和材料不得随意停放或堆放；应尽量降低能源和材料消耗，保护环境，减少对交通的干扰。

7.1.8 路面装配式修复现场施工必须注意保护修复地段的各种地下管线和相关设施。

7.1.9 除极端恶劣天气外，水泥混凝土路面装配式修复可不受季节和天气限制进行施工；沥青路面装配式修复宜选择在干燥和较热的季节施工，并宜在日最高温度降低至 15℃ 以前半个月结束。

7.2 施工流程

7.2.1 水泥混凝土路面装配式修复的现场施工宜采用以下流程：封闭交通→旧路破除→基层处理→板块安装→接缝处理→板底注浆→验收。

7.2.2 沥青路面装配式修复的现场施工宜采用以下流程：封闭交通→旧路破除→基层处理→板块安装→接缝处理→板底注浆→加铺层摊铺→验收。

7.3 旧路破除

7.3.1 旧路破除前，应对设计的切割区域进行毫米级高精度放样。

7.3.2 对水泥混凝土路面修复，旧路破除应满足以下规定：

1 旧水泥混凝土路面板移除前应采用导轨切割锯对待修复区域外边界进行切割，非边界区域切割可采用普通切割锯；

2 导轨切割锯切割边线的误差宜控制在 3mm 内；

3 应根据具体工作量以及交通情况、天气情况、周围居民、单位情况等，安排切割时间；

4 在完成作业边界切割作业后，可使用镐头机或整板（半板）起吊的方法对旧路面进行破除；

5 在对旧路面破除的过程中应避免对修复区域外的板块造成损坏。

7.3.3 对沥青路面修复，旧路破除应满足以下规定：

1 宜采用铣刨机对面层和基层进行铣刨；

2 修复区域边线铣刨误差宜控制在 3mm 内；

3 应根据具体工作量以及交通情况、天气情况、周围居民、单位情况等，安排铣刨时间。

7.4 基层处理

7.4.1 旧路破除后可对基层进行处理，处理后的基层应平整、密实，且坡度与设计路面的坡度相同。

7.4.2 在基层状况良好时，对高出设计标高的基层部分进行超挖，对低于设计标高的部分使用基层整平材料填补，确保整个基层满足设计标高以及设计坡度的要求。

7.4.3 应根据既有路面基层材料类型和施工时间要求，选用合适的基层整平材料，且应满足以下要求：

1 整平层材料应满足《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T-F20）或《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1）标准要求；

2 若原基层材料为天然砂砾、级配碎石等柔性材料，可用天然砂砾对基层进行整平，并根据《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T-F20）或《城镇道路工程

施工与质量验收规范》(CJJ 1) 的相关规定对基层重新进行碾压, 但整平层厚度不应超过 15mm;

3 若原基层材料为无机结合料稳定碎石或砾石等半刚性材料, 可根据工期长短使用细石水泥混凝土或水泥基类快速修补材料对基层进行整平。

7.4.4 在基层状况较差、施工时间充足时, 可对原路面基层进行整体挖除, 并对基层进行整体浇筑。

7.4.5 基层处理完毕后应根据《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T-F20) 或《城市道路工程施工质量验收规范》(DGJ08-118) 对基层的外观、尺寸、压实度、弯沉值等项目进行质量检验。

7.5 板块安装

7.5.1 应根据装配式路面板的重量选取承载能力满足要求的吊车及吊环。

7.5.2 起吊前应对吊具的结构、钢丝绳断丝和破股情况以及卡具和吊耳磨损情况等进行检查, 满足要求方可进行作业。

7.5.3 起吊过程中应注意掌握板块运动方向, 并保证板块水平。

7.5.4 安装的板块数大于 2 时, 应使用全站仪对板块的设计位置进行平面位置放样, 并对板块的平面位置进行精调。

7.5.5 板块平面放置完成后, 通过转动调平螺杆调整板块的高程, 调平过程中应使用水准仪实时测量板角高程, 使其达到设计标高。

7.5.6 安装完成后的板块接缝宽度应小于或等于 10mm。

7.5.7 安装完成后的板块四个角的高程与设计高程差值应小于 2mm。

7.6 接缝处理

7.6.1 槽口灌浆时应保证灌浆材料保持流动性, 完成单个传力杆(拉杆)槽的灌浆过程不宜超过 5 分钟。

7.6.2 灌浆过程中应防止灌浆材料外漏, 可使用漏斗工具与插捣钢筋加速完成灌浆过程。

7.6.3 灌浆完成后应保证灌浆孔自下而上被填充至与板块表面完全平齐。

7.6.4 接缝应使用填缝料进行填充密封, 密封时应保证填缝料不污染装配式路面表面。

7.7 板底注浆

7.7.1 在板底注浆前应检查注浆设备和注浆材料，确保注浆设备可用、注浆材料满足设计性能要求。

7.7.2 采用分仓式注浆时，宜从标高低处向标高高处注入。

7.7.3 宜采用连续式注浆机进行注浆。

7.7.4 注浆过程中应防止浆液流出污染板块表面，可使用塑料膜或土工布对装配式路面板表面进行保护。

7.7.5 应根据以下方法判定注浆结束时刻：

1 对分仓式注浆，当释放孔冒浆时，减慢注浆速度，当释放孔浆液液面不下降时停止注浆；

2 对中心扩展式注浆，在四个维压孔上分别连接压力表，注浆过程中应时刻观察压力值变化，当四个维压孔压力表都出现数值时减慢注浆速度，当压力值到达注浆控制压力值时停止注浆。

7.7.6 注浆停止时，应使用止浆塞封闭注浆孔及释放孔。

7.7.7 注浆停止后，应及时对搅拌机和注浆机进行清洗，防止浆液凝固堵塞机器。

7.7.8 当浆液凝固后，可撤去止浆塞，并使用快凝材料对注浆孔和释放孔或维压孔进行封堵抹平，确保孔内填充密实。

7.8 加铺层摊铺

7.8.1 加铺层的摊铺必须在注浆材料抗压强度达到 2.0MPa、撤去调平螺杆后方可进行。

7.8.2 加铺层摊铺前应保证装配式路面板表面整洁。

7.8.3 普通沥青混合料层摊铺按《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）及或《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1）实施，温拌沥青混合料层摊铺按《温拌沥青混合料路面技术规程》（DG/TJ 08-2083）实施。

7.8.4 超薄磨耗层摊铺参考《超薄磨耗层设计与施工技术规范》（DB21/T 1995），按以下步骤执行：

1 采用特制的粘层油洒布车进行高性能粘层油的撒布，粘层油撒布完成后静置半小时；

2 采用摊铺机进行高粘沥青混合料的摊铺，摊铺厚度控制在 1.7cm 以内，压实后高度控制在 1.5cm 以内，摊铺温度控制在 175℃ 以上；

3 采用钢轮压路机进行压实，初压温度为 170℃ 以上，压实次数为四到五次，终压温度控制在 140℃ 以上，期间注意钢轮洒水防止粘轮；

4 碾压完成后待沥青混合料冷却至 60℃ 以下后即可开放交通。

7.8.5 超薄磨耗层摊铺时摊铺机必须连续不间断地摊铺，摊铺速度宜控制在 10m/min~12m/min 范围内，不应随意变化速度或中途停顿。

7.8.6 超薄磨耗层摊铺宜保证熨平板温度不低于 100℃。摊铺过程中熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。

7.9 特殊区域施工

7.9.1 当装配式路面板包含预制井圈时，装配式路面板安装时应优先保证井圈与原井的相对位置关系一致。

7.9.2 对特殊平面形状区域的施工，应根据设计方案进行精确切割，切割误差应小于 3mm，切割线仍采用以直代曲的方法。

7.9.3 对超高过渡段、巷道、交叉口等可能存在表面为非平面路面的修复施工，应保证基层处理完毕后的高程与路表面高程在坡度上一致。

7.9.4 特殊区域其他各施工过程的精度控制与普通区域相同。

7.10 附属设施施工

7.10.1 路面装配式修复时，可能涉及的附属设施包括护栏、路缘石、进口坡、排水沟等。城镇道路及公路的附属设施施工可分别按照《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1）及《公路工程施工质量验收规范》（DGJ 08-119）的相关规定执行。

7.10.2 当面向大面积的路面装配式修复时，若施工作业面允许，附属设施的施工可与装配式路面的施工同时进行，以缩短施工时间。

7.10.3 附属设施的施工应与装配式路面施工协调，附属设施不应影响装配式路面板的安装及相关工艺处理。

7.10.4 附属设施施工完毕后应进行整体协调性检查，保证修复工程的整体美观。

8 质量检验及方法

8.1 一般规定

- 8.1.1** 工程施工质量应符合本规范和相关专业验收规范的规定。
- 8.1.2** 质量检验应贯穿于路面装配式修复工程预制、施工的全过程。施工中，前一分项工程未经验收合格严禁进行后续分项工程施工。
- 8.1.3** 路面装配式工程完工后，施工负责单位应对完工工程组织初验。在初验中如发现有质量不符合设计要求而需要返工的工程，应及时返工。返工后重新检查验收。
- 8.1.4** 工程竣工验收应由建设单位组织验收组进行。验收组应由工程相关单位的有关负责人组成，亦可邀请有关方面专家参加，验收组组长由建设单位担任。
- 8.1.5** 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。

8.2 材料

8.2.1 水泥混凝土的质量检验应满足以下要求：

- 1** 水泥混凝土的原材料应符合 4.1.1 条及 4.1.2 条的有关规定：

检查数量：按不同材料进场批次，每批次抽样检查 1 次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告，进场复验。

- 2** 水泥混凝土的强度要求应符合 4.1.5 的有关规定：

检查数量：按浇筑批次，每批次至少预留 6 组试件。

检验方法：检查配合比设计时的强度试验报告，预制时抽样检验。

8.2.2 槽口灌浆材料的质量检验应满足以下要求：

- 1** 槽口灌浆材料应符合 4.2.2 条的规定：

检查数量：按不同材料进场批次，每批次抽样检查 1 次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告，进场复验。

- 2** 槽口灌浆材料灌的强度、界面粘结强度等技术指标应符合 4.2.3 条的规定：

检查数量：同一配合比，每 10 块板检验 1 组（6 组试件）。不足 10 块板时取 1 组。

检验方法：检查试验报告，现场抽样检验。

8.2.3 板底注浆材料的质量检验应满足以下要求：

1 板底注浆材料的原材料应符合国家现行相关标准的规定：

检查数量：按不同材料进场批次，以 30t 为一批次，不足 30t 按一批次计。

每批次抽样检查 1 次。每日至少检查一次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告，进场复验。

2 板底注浆材料的实测项目应满足 4.3.2 条的有关规定：

检查数量：同一配合比，每 500m² 检验 1 组（6 组试件）。不足 10 块板时取 1 组。

检验方法：检查试验报告，现场抽样检验。

8.2.4 加铺层材料的质量检验应满足以下要求：

1 加铺层材料的原材料应符合 4.4.2 及 4.4.3 的规定：

检查数量：按不同材料进场批次，每批次抽样检查 1 次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告，进场复验。

2 加铺层材料的混合料应符合 4.4.2 及 4.4.3 的规定：

检查数量：每日、每品种检查 1 次。

检验方法：检查试验报告，现场抽样检验。

8.3 预制板成品

8.3.1 装配式路面板预制完成后，需对装配式路面板的成品质量进行全数检查，检验合格后方可移入成品库。检查项目及方法如表 8.3.1 所示。

表 8.3.1 板块质量检验指标及方法

检验项目	单位	指标要求	试验方法
外观检验（裂缝）	条	无	目测
外观检验（剥落、麻面）	处	无	目测
尺寸偏差（长、宽）	mm	±5	直尺或三维扫描
厚度偏差	mm	±1.5	直尺或三维扫描
抗滑构造深度	mm	按设计要求	铺砂法
传力杆水平及竖直偏位	mm	±2.5	直尺或三维扫描
传力杆偏转	度	±5	量角器或三维扫描

8.3.2 对于检验不合格的板块，若采用技术措施处理后，经二次检验合格，则可放入成品库；若采用技术措施处理后仍不合格或不能采用技术措施处理，则此装配式路面板为废板，不得放入成品库。

8.4 装配式路面面层

8.4.1 路面装配式修复工程的外观检查应符合以下要求：

1 对水泥混凝土路面装配式修复工程

检验标准：装配式水泥混凝土路面板外观不应有露石、蜂窝、麻面、裂缝、脱皮、啃边、掉角、印痕和轮迹等现象。接缝填缝应平实、粘结牢固和缝缘清洁整齐。装配式复合路面外观应平整整洁，不应有任何压痕。

检查数量：全数检查

检验方法：观察。

2 对沥青路面装配式修复工程

检验标准：表面应平整、坚实，接缝紧密，无枯焦；不应有明显轮迹、推挤裂缝、脱落、烂边、油斑、掉渣等现象，不得污染其他构筑物。面层与路缘石、平石及其他构筑物应接顺，不得有积水现象。

检查数量：全数检查

检验方法：观察。

8.4.2 路面的抗滑构造深度应符合设计要求。

检验标准：对于装配式水泥混凝土路面，构造深度 TD 应不小于 0.07mm，且不大于 1.1mm；对于装配式复合路面，构造深度 TD 应不小于 0.8mm。

检查数量：对于装配式水泥混凝土路面，每块装配式路面板选 3 个点进行测量；对于装配式复合路面，每 1km 取 5 个点进行测量。

检验方法：铺砂法。

8.4.3 路面的平整度质量验收应满足以下要求，动态平整度 σ 与 IRI 可选测一项。

检验标准及方法：对于水泥混凝土路面装配式修复，针对不同路面的平整度质量验收标准如表 8.4.3-1 所示；对于沥青路面装配式修复，针对不同路面的平整度质量验收标准如表 8.4.3-2 所示。

表 8.4.3-1 装配式水泥混凝土路面平整度质量验收标准及方法

平整度	高级公路、一级公路或城市快速路、主干路	其他公路或其他城镇道路	检查方法
σ	$\leq 1.2\text{mm}$	$\leq 2.5\text{mm}$	连续平整度仪、激光平整度仪
IRI	$\leq 2.0\text{m/km}$	$\leq 4.2\text{m/km}$	
3m 直尺最大间隙 Δh	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 5\text{mm}$	使用 3m 直尺测量

表 8.4.3-2 装配式复合路面平整度质量验收标准及方法

平整度	高级公路、一级公路或城市快速路、主干路	其他公路或其他城镇道路	检查方法
σ	$\leq 1.2\text{mm}$	$\leq 2.5\text{mm}$	连续平整度仪、激光平整度仪
IRI	$\leq 2.0\text{m/km}$	$\leq 4.2\text{m/km}$	
3m 直尺最大间隙 Δh	—	$\leq 5\text{mm}$	使用 3m 直尺测量

8.4.4 装配式路面板的相邻板高差应按照下列方法检验且应满足相应要求。

检验标准：装配式路面板的相邻板高差应在 3mm 以内。

检查数量：每条接缝选取 2 个点。

检验方法：采用直尺进行直接测量或其他测量工具进行测量。

8.4.5 装配式路面纵坡高程与横坡坡度应按照下列方法检验且应满足相应要求。

检查数量：对于水泥混凝土路面装配式修复工程，沿纵坡（或横坡）每块装配式路面板的板角选取一个点进行测量；对于沥青路面装配式修复工程，沿纵坡（或横坡）每 1km 取 20 个断面进行测量。

检验标准及方法：对于水泥混凝土路面装配式修复工程，针对不同路面的纵坡高程与横坡坡度质量验收标准如表 8.4.5-1 所示；对于沥青路面装配式修复工程，针对不同路面的纵坡高程与横坡坡度质量验收标准如表 8.4.5-2 所示。

表 8.4.5-1 装配式水泥混凝土路面纵坡高程与横坡坡度质量验收标准及方法

检查项目	高级公路、一级公路或城市快速路、主干路	其他公路或其他城镇道路	检查方法
纵坡高程	$\pm 5\text{mm}$	$\pm 8\text{mm}$	水准仪
横坡坡度	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.2\%$	

表 8.4.5-2 装配式复合路面纵坡高程与横坡坡度质量验收标准及方法

检查项目	高级公路、一级公路或城市快速路、主干路	其他公路或其他城镇道路	检查方法
纵坡高程	±15mm	±20mm	水准仪
横坡坡度	±0.3%	±0.5%	

8.4.6 装配式路面板接缝宽度应按照下列方法检验且应满足相应要求。

检验标准：横缝的宽度应小于 10mm，纵缝宽度应小于 10mm。

检查位置：接缝线两端、接缝线中点的板间接缝。

检验方法：使用毫米尺，分别量取接缝线两端、接缝线中点的板间缝宽，读数精确到 1mm。

8.4.7 装配式路面接缝传荷能力及弯沉值应按照下列方法检验且应满足相应要求。

检验标准：根据《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）对公路及城镇道路路面接缝传荷能力进行评价，分级标准如表 8.4.7 所示。

表 8.4.7 接缝传荷能力分级标准

等级	优良	中	次	差
接缝传荷系数 LTE_{test}	≥80	60~80	40~60	<40

对于高级公路、一级公路或城市快速路、主干路，要求接缝传荷系数不小于 75%，对于其他公路或其他城镇道路，要求接缝传荷系数不小于 60%；对于装配式复合路面，参考水泥混凝土路面旧路加铺标准，接缝的相对弯沉应该小于 0.06mm，单边弯沉小于 0.2mm。

检验方法：使用落锤式弯沉仪对路面板接缝传荷能力进行测试，将荷载施加在邻近接缝的路面表面，实测接缝两侧边缘的弯沉值，并计算出接缝的挠度传荷系数。

8.4.8 装配式路面板底脱空情况应按照下列方法检验且应满足相应要求。

检验标准：当弯沉值超过 0.2mm 的，应确定为脱空。

检验方法：对未设置板底接触智能检测系统的装配式路面，使用弯沉测定法判定是否脱空，从而对注浆效果进行进一步评价。

8.4.9 装配式复合路面抗滑性能通常为摩擦系数摆值或横向力系数任选其一作为检测要求。

1 选用摩擦系数摆值作为检测要求：

检验标准：对于表面的超薄磨耗层来说，要求摩擦系数摆值 $BPN \geq 55$ 。

检查数量：每 1km 取 5 个点进行测量。

检验方法：使用摆式摩擦系数仪测定装配式复合路面的摩擦系数摆值。

2 选用横向力系数 SFC 作为检测要求：

检验标准：横向力系数不小于 65。

检查数量：每 1km 取 5 个点进行测量。

检验方法：采用横向力系数车测定横向力系数 SFC 值，作为综合指标反映较高速度下的路面抗滑性能。

8.5 竣工资料

8.5.1 竣工资料应具备完整的路面装配式施工记录，内容应包括各施工阶段的施工时间、施工精度、接缝处理及注浆时的具体参数（灌浆注浆充盈情况、材料用量等）及加铺层的摊铺温度、压实度检验等，并应同时具备旁站监理或建设单位代表的签字。

8.5.2 路面装配式修复工程所用计量器具应出具有资质的计量机构的标定或校准报告。

8.5.3 工程质量保证资料应按现行上海市工程建设规范《公路养护工程质量检验评定标准》（DG/TJ 08-2144）的要求填写。

本规程用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

一、表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

二、表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

三、表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

反面词用采用“不宜”。

四、表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

- 1 《公路技术状况评定规程》(DG/TJ08-2095)
- 2 《城市道路养护技术规程》(DG/TJ08-92)
- 3 《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30)
- 4 《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081)
- 5 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ/T 70)
- 6 《公路沥青路面设计规范》(JTG D50)
- 7 《城镇道路路面设计规范》(CJJ 169)
- 8 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)
- 9 《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40)
- 10 《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T-F20)
- 11 《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1)
- 12 《城市道路工程施工质量验收规范》(DGJ08-118)
- 13 《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)
- 14 《温拌沥青混合料路面技术规程》(DG/TJ 08-2083)
- 15 《超薄磨耗层设计与施工技术规范》(DB21/T 1995)
- 16 《公路养护工程质量检验评定标准》(DG/TJ 08-2144)

上海市工程建设规范

路面装配式修复技术规程

DG/TJ XX-XXXX

条文说明

目次

1	总则	39
3	基本规定	40
4	材料	41
4.1	水泥混凝土.....	41
4.2	接缝材料.....	41
4.3	板底注浆材料.....	42
5	路面装配式修复结构与构造设计	43
5.1	一般规定.....	43
5.2	旧路检测.....	43
5.3	普通区域修复结构设计.....	43
5.4	特殊区域修复结构设计.....	44
5.5	构造与构件设计.....	44
6	装配式路面板预制	46
6.1	一般规定.....	46
6.2	板块预制工艺.....	46
6.3	板块储存与运输.....	46
7	路面装配式修复施工	48
7.1	一般规定.....	48
7.3	旧路破除.....	48
7.5	板块安装.....	48
7.6	接缝处理.....	48
7.7	板底注浆.....	49
7.8	加铺层摊铺.....	50
7.9	特殊区域施工.....	50
8	质量检验及方法	51
8.3	预制板成品.....	51
8.4	装配式路面面层.....	51

Contents

1	General Provisions	39
3	Basic Requirements	40
4	Materials	41
4.1	Cement Concrete.....	41
4.2	Joint materials	41
4.3	Bedding materials	42
5	Structure and Embedded Features Design of Precast Pavement	43
5.1	General requirements	43
5.2	Existing pavement survey	43
5.3	Structure design of precast pavement for general area	43
5.4	Structure design of precast pavement for special area.....	44
5.5	Embedded features design	44
6	Prefabrication of Precast Concrete Panel.....	46
6.1	General requirements	46
6.2	Precast Panel fabrication techniques.....	46
6.3	Precast panel storage and shipping	46
7	Construction techniques of precast concrete pavement.....	48
7.1	General requirements	48
7.3	Existing pavement removal.....	48
7.5	Precast panel installation.....	48
7.6	Joint treatment.....	48
7.7	Under-slab grouting	49
7.8	Overlayer paving.....	50
7.9	Special area construction	50
8	Quality Control and Quality Assurance Methods	51
8.3	Precast panel	51
8.4	Precast pavement surface	51

1 总则

1.0.1 实践表明，对路面采用装配修复可大大缩短施工周期，延长路面的结构寿命，减少环境污染，但目前国内尚无针对路面装配式修复的指导性规范，因此特指定本规程，以推广该技术的应用。

1.0.3 阐明了本规程在施工应用中与其他标准、规范的关系与衔接原则。

3 基本规定

3.0.1 路面装配式修复技术已在水泥混凝土路面及沥青路面中得到实践应用，并形成了相应的成套工艺工法。

3.0.2 局部或大面积装配式修复基于修复工程的工艺特点、修复区域大小的重要性进行判断，当修复工程面积大于 80m^2 或水泥混凝土板块数量大于四块时，装配式路面板预制模板的二次利用可有效降低成本，修复区域的设计受原路面影响大。

3.0.3 装配式修复是一种结构性修复技术，因此宜根据相关规范及标准对路面结构性能状况进行评定，确定待修复区域范围。

3.0.5~3.0.7 路面装配式修复的设计、施工应满足路面的整体性要求，以保证修复区域与未修复区域的过渡衔接。

3.0.8 装配式路面是一种新的路面结构类型，其与传统路面在工艺、材料、装备等方面都存在差异，需要研发相应的配套技术，以进一步推广该技术。

4 材料

4.1 水泥混凝土

4.1.1 面向公路路面的装配式修复，水泥混凝土原材料要求原则上与《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）相同，但考虑装配式路面性能宜优于普通水泥混凝土路面，因此统一规定其水泥等级为 42.5 级以上。

4.1.2 面向城镇道路路面的装配式修复，水泥混凝土原材料要求原则上与《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169）相同。

4.1.3 设计弯拉强度指 28 天龄期的强度。

4.1.5 参考了美国 SHRP 2 计划关于装配式水泥混凝土路面的规范中对脱模、起吊、运输、28 天等节点的抗压强度规定，根据现场实践经验，该规定是合理可用的。

根据杨伟军等在论文《混凝土早龄期的抗压强度与弹性模量的历时变化模型》中发表的研究成果，可根据强度要求按式（4.1.5-1）试算出拆模及起吊、运输时所需的龄期。

$$f_c(t) = f_c \lambda(t) \quad (4.1.5-1)$$

式中： f_c ——28 天抗压强度（MPa）；

$f_c(t)$ ——28 天内任一时间的抗压强度（MPa）；

$\lambda(t)$ ——考虑水泥混凝土龄期、温度和水泥品种的修正系数，在不考虑水泥混凝土强度变异系数的情况下，强度取平均值， $f_c(t)$ 按式（4.1.5-2）计算：

$$\lambda(t) = \frac{0.018t}{0.056 + 0.016t} [1 + (C - 40) \left(\frac{0.0336}{t} - 0.0012 \right)] \quad (4.1.5-2)$$

式中：C——强度水泥混凝土的等级。

试算的时间以天（ d ）为单位，结果按安全取值法进行取整。

4.2 接缝材料

4.2.1 由于常温施工类填缝料的低温抗裂性能、抗老化性能等一般都优于加热类填缝料，因此仍建议在工程中尽量选用硅酮类填缝材料或聚氨酯类填缝材料。

4.2.3 美国陆军工程兵研究和开发中心（ERDC）的研究表明，在外荷载作用下，传力杆（拉杆）界面的槽口灌浆材料容易出现应力集中现象，容易发生压缩和拉

伸破坏，因此槽口灌浆材料需要满足一定的强度要求。根据槽口灌浆材料与水泥混凝土板槽界面的受力模式，要求二者界面受力时不发生剪切破坏，因此对界面强度做出了规定。另一方面，槽口灌浆料要保证良好的工作性能及耐久性能，因此对其初凝时间、膨胀率等指标提出了相应的标准。在测试方法上，界面粘结强度目前暂无标准方法，可根据实际工作剪力大小、界面接触面积大小进行试验。

4.2.4 由于装配式路面接缝下(上)开口槽的存在，与传统水泥混凝土路面相比，传力杆(拉杆)界面应力发生改变，接缝长期工作性能(传荷性能等)也将发生改变，这就要求新型槽口灌浆材料更优异的性能，因此规定本条。

4.3 板底注浆材料

4.3.2 注浆材料的基本性能要求是施工性能及工作性能(均匀支撑)。根据实践中注浆工序的施工窗口时间，对其工作时间做出了规定。

若撤去螺杆时或通车时强度较低，板块可能在自重或荷载的作用下下沉，根据有限元研究结果，对其开通交通的抗压强度做了规定。应注意，各种板底注浆材料抗压强度随时间材料变化的关系并不相同，需要提前进行材料试验。

5 路面装配式修复结构与构造设计

5.1 一般规定

5.1.1 只有综合考虑路面性能、施工便利性、成本造价等约束的设计，才是合理的设计。

5.1.2 考虑到社会经济的动态发展，原设计资料中预测的交通量可能与实际的交通量相差较大，因此有条件时应根据历史交通量数据，重新预测数据，保证修复区域路面满足长期使用需求。

5.2 旧路检测

5.2.1 旧路检测资料是路面装配式修复设计的基础资料，全面的旧路检测可保证设计方案的合理性。

5.2.2 测点的多少影响着路面三维高程测量的精确度，对表面非平面区域，应适量增加测点数量。

5.3 普通区域修复结构设计

5.3.1 两类结构组合分别面向水泥混凝土路面的装配式修复和沥青路面的装配式修复。

5.3.2 水泥混凝土路面的局部修复考虑与周边板接缝对齐以及美观要求等原因。

水泥混凝土路面的大面积修复尺寸的确定充分考虑了车辆荷载应力、温度应力、装配便利性、路面平整度的平面尺寸效应。研究表明，荷载应力和温度应力对装配式路面板平面尺寸的限制较小，而装配施工便利性与装配后路面的平整度对平面尺寸的限制较大。为保证装配施工便利性和装配后路面的平整度，结合荷载应力，板短边长度应该为 $2.5\sim 3.75m$ ，板长边长度宜在 $2.5\sim 9m$ 之间。

沥青路面的修复中，板长限制主要考虑了装配施工的便利性及荷载应力的平面尺寸效应，与水泥混凝土路面的板长限制相同。

5.3.4 各结构层的材料参数是路面厚度设计的关键参数，在有条件时都应按相关标准方法测试获得，条件不足时方可采用规范经验取值。

5.3.5 当采用规范公式法计算时，应根据原有基层条件合理选择计算模型。由于板底功能层较薄，对路面结构整体受力影响不大，因此板底功能层可不参与路面

板厚度的计算。

5.4 特殊区域修复结构设计

5.4.2 (1) MO 值是根据极限半径 (300m) 和常见板长 (5m) 计算得到的。

(2) 梯形平面板能较好的适应曲线变化需求, 但模板不好制作, 特别是平曲线处通常设有超高, 为异形板, 因此工艺条件不允许时可采用矩形板, 但前提是满足本条规定。规定中, 半径阈值 2000m 根据单板宽度 (3.75m) 及最大横缝宽度 w (10mm) 确定。当修复区域为多车道时, 可使用矩形板的半径阈值还需进一步确定。表 5.4.2 是板宽为 3.75m 时, 可设矩形板的半径阈值与车道数的关系。

表 5.4.2 车道数与半径阈值的关系

车道数	半径阈值 (m)
1	2000
2	4000
3	6000
4	8000
5	10000

5.4.3 平面缓和曲线的曲率是逐渐变化的, 若设置为梯形时, 将导致所有模板都不相同。

5.4.5 异形板上端点的高程并不在同一平面上, 在实际中较为常见, 若不采用异形板, 可能导致安装后的板块间出现较大错台, 此处较大错台为水泥混凝土路面检测时规定的容许错台差 (3mm), 当此错台小于 3mm 时, 考虑到预制板的经济性, 仍可采用平面板。

5.5 构造与构件设计

5.5.1 为减少板块内开孔数与预埋构件数量, 因此起吊调平构件为一体化构件。

布置四个吊点是装配式路面板最为便利的布置方案, 预埋四个起吊构件后, 既可使用钢缆绳直接起吊, 也可通过平衡梁进行起吊。研究表明, 四点起吊存在一个最佳吊位比, 可有效均衡板内的正弯矩和负弯矩。

5.5.2 注浆材料在板底的填充、扩散不仅与注浆材料特性有关, 还与板底空间的

特征有关，本条是基于浆液的扩散模型提出的两种常用注浆构造空间布设方式，提高了浆液的扩散效率。

5.5.3 可根据实际需求选用几种接缝构造形式，几种接缝构造形式的特点为：

(1) 下开口式：槽口向下，即使传力杆槽内未注入灌浆材料，仍可暂时开放交通，便于分阶段施工，且避免了传力杆槽内的灌浆材料承受车辆荷载的作用，但灌浆较为繁琐，且可能灌浆不充盈。

(2) 上开口式：槽口较宽，影响车辆行驶，在传力杆槽内灌入水泥混凝土前，不能开放交通，且容易产生冲击破坏，但施工方式简单。

(3) 上窄开口式：预留梯形槽口、上开口较小，因此并不影响交通通行，可分阶段施工，槽内填入的灌浆料并不直接承担车辆荷载，减少了发生破碎的可能，但预制时脱模不易，且可能灌浆不充盈。

(4) 水平孔式：消除了槽口，便于分阶段装配施工，最大限度的保证了水泥混凝土板的完整性，但是对铺面板预制和周边板钻孔的精度要求较高，水平孔错位或角度偏差容易导致传力杆无法安装。

5.5.4 非直角对应的起吊调平构件的吊位比与矩形板相同，但其吊位比计算按图 5.5.4 所示的平行四边形法确定：

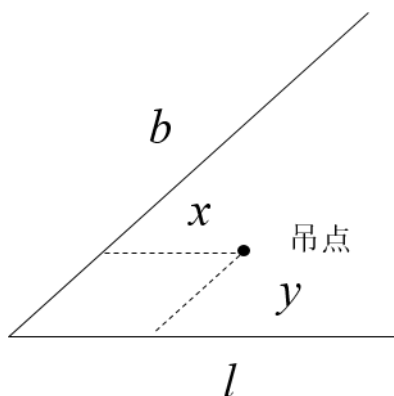


图 5.5.4 三角形及四边形（非矩形、正方形）吊点确定示意图

图中，吊位比为： $\lambda = \frac{x}{l} = \frac{y}{b}$ 。

6 装配式路面板预制

6.1 一般规定

6.1.2 使用正模法预制，模具构造简单，便于固定预埋构件。为保证板面的平整度，需要对水泥混凝土表面进行人工抹平，刮去表面浮浆等一系列工序，施工过程较为繁琐。水泥混凝土面层完毕后，要严格保护表层，防止车辆、人员在表面走动，直到其达到一定的强度。板块表面的纹理需要采用拉毛、拉槽、刻槽等方式实现，较为耗费人力。

采用倒模法预制水泥混凝土板，即浇筑时水泥混凝土板顶面与底模接触。这样可以保证板面的平整度，免除人工抹平表面的工序，提高了模具的精度与生产效率。在预制时可以在模具底模布设具有纹理的底模，可以实现精细的纹理构造，并省去了拉毛、刻槽的工艺。但其缺点是预埋构件的布置较为困难，且水泥混凝土板浇筑成型后需要对其进行翻身。

6.2 板块预制工艺

6.2.3 贯穿板块的预埋构件通常设置于钢筋网的网格中，根据现行规范，钢筋网间距最大为 150mm，而构件外径约为 5~100mm（注浆孔、释放孔或维压孔及起吊调平构件等），因此钢筋网片 $\pm 5\text{mm}$ 的允许偏差不影响构件安装，且也不影响钢筋与水泥混凝土的受力协同。

6.2.4 构件预埋与钢筋网片的位置偏差要求是一致的。

6.3 板块储存与运输

6.3.1 信息标示牌中的信息是一块装配式路面板的基本属性信息，信息标示牌有助于板块的有序储存及高效安装。

6.3.2 在路面装配式修复工程中，路面板的接缝是具有方向性的，如板块 1 的传力杆插入板块 2 的下开口槽，在安装时要快速调整板块 1 和板块 2 的接缝构造，使二者契合，采用提前标点的方式，根据设计图快速获知安装点的位置关系，可大大提高了现场施工效率。

6.3.4 由于板块自重较大，过高的码放增加安全风险，故建议采用 5 层码放。码放时三点码放方式既保证了稳定性，也减少了垫木的使用。

6.3.5 考虑板块运输时可能受到车辆竖向振动、水平加速度等综合作用，减少码放层数确保运输安全。

7 路面装配式修复施工

7.1 一般规定

7.1.9 装配式路面将板块提前预制后在现场安放，理论上除极端恶劣天气都可施工，但沥青路面修复时，考虑在面层板上仍需加铺沥青混合料层，因此应在适合的天气下施工表面沥青混合料层。在修复需求较为迫切时，若装加铺层使用超薄磨耗层，也可先施工装配式路面板，待天气条件合适再施工表面沥青混合料层。

7.3 旧路破除

7.3.2 研究表明，接缝传荷能力（横缝）随着接缝宽度增大而减小，因此应尽量减少接缝宽度，美国装配式水泥混凝土协会（NPCA）规定最大容许横向接缝宽度为 12.7mm。因此规定导轨切割锯切割精度为±3mm，即使在最不利的情况下，横缝宽度也不过大。这就要求，在切割时应选择高精度的切割设备。但在实际中，当切割误差仍然超过 3mm 时，可在接缝处理时采用快凝材料等填充过切部分。

7.3.3 若在实际中，铣刨区域过大，可在接缝处理时采用快凝材料等填充过切部分。

7.5 板块安装

7.5.2 检查项目及 requirements 如下：

- (1) 吊具：型号正确，卡具、吊耳外观上无磨损；
- (2) 钢丝绳：应为全新的钢丝绳，严禁使用破股或磨损的钢丝绳。

7.5.3 起吊过程中要注意钢缆绳与铺面板的夹角不小于 60°，以尽量保证水平。

7.5.7 水准仪是一种高精度设备，因此角点高程安装误差（与设计高程）通常不会高于 2mm。

7.6 接缝处理

7.6.1 槽口灌浆是路面板安装工艺中较为耗时的步骤，因此应尽量快速灌浆，必要时可多人同时平行操作。

7.6.3 灌浆操作完成后，灌浆孔表面可能有多余灌浆材料，可使用刮刀刮去多余材料，使路面板表面平整少痕。

7.7 板底注浆

7.7.2 在分仓式注浆中，导流槽端部一个孔作为注浆孔，另一个孔作为释放孔，注浆孔选择高程较低的孔，以保证注浆的充盈性。

7.7.5 中心扩展式注浆的控制压力值 p 按式 (7.7.6-1) 计算：

$$(1+\beta)\times p_0 \leq p \leq (1-\beta)\times \min(p_g, p_m) \quad (7.7.6-1)$$

式中： β ——安全系数，通常取 0.2；

p_0 ——保证注浆扩散的压力；

p_g ——装配式路面板顶升液压上限值；

p_m ——板底密封条可维持液压上限值。

p_0 、 p_g 、 p_m 分别按以下三式计算：

$$p_0 = \frac{3q\eta}{4\pi b^3} \ln \frac{R}{r_0} + \frac{3|\tau_0|}{2b} (R-r_0) - \rho g \sin \alpha \cos \beta (r-r_0) \quad (7.7.6-2)$$

式中： p_0 ——注浆压力 (Pa)；

q ——注浆机流量 (m^3/s)；

η ——浆液的塑性粘度 (Pa s)；

τ_0 ——浆液的屈服剪切应力 (Pa)；

$2b$ ——注浆空隙的高度 (m)；

R ——扩散距离 (m)；

r_0 ——注浆孔半径 (m)；

ρ ——浆液密度 (kg/m^3)；

g ——重力加速度 (m/s^2)；

α ——注浆空隙的倾角 ($^\circ$)；

β ——注浆空隙的方向角 ($^\circ$)。

$$p_g = \rho_{\text{板}} g h_{\text{板}} \quad (7.7.6-3)$$

式中： p_g ——顶升液压 (Pa)；

$\rho_{\text{板}}$ ——装配式路面板密度 (kg/m^3)；

g ——重力加速度 (m/s^2)；

$h_{\text{板}}$ ——装配式路面板厚度 (m)。

$$p_m = 0.0010 \times q + 0.0657 \times \varepsilon + 0.006342 \quad (7.7.6-4)$$

式中： p_m ——密封条可维持液压 (MPa)；

q ——注浆机流量 (L/min)；

ε ——密封条压缩率。

7.7.8 快凝材料：可使用快凝水泥砂浆等材料。

7.8 加铺层摊铺

7.8.1 加铺层摊铺需要用到重型摊铺机械，为了避免安装完成的路面发生损坏，规定板底功能层材料的强度达到规定开放交通的强度方可进行此步骤。

7.9 特殊区域施工

7.9.1 为确保井圈的功能不受影响，应尽量保证井圈相对位置一致。

8 质量检验及方法

8.3 预制板成品

8.3.1 本条标准中外观检验适应了装配式路面的高标准要求。尺寸及厚度偏差主要考虑了安装难易程度。根据国内外相关研究，传力杆偏位、偏转标准在本条规定内时，接缝（横缝）保持较好传荷能力。

8.3.2 可采取技术措施处理的项目：细小麻面、剥落，尺寸偏差（长、宽），抗滑构造深度。

8.4 装配式路面面层

8.4.4 其他测量工具包括：错台仪、特制标准橡胶垫等。

8.4.8 可参考《公路水泥混凝土路面养护技术规范》（JTJ 073）中的方法进行弯沉测试。另外，脱空还可使用探地雷达等设备进行探测。

标准规范征求意见表

标准名称	《路面装配式修复技术规程》（征求意见稿）		
单 位			
地 址			
邮 编		E-mail	
联 系 人		电 话	
意见（不够请另附）：			

标准规范征求意见表

--