

附件1

济南市城市道路挖掘修复技术方案指引 (试行)

济南市城乡交通运输局

2024年7月

目录

济南市城市道路挖掘修复技术方案指引（试行）	1
1. 总则	1
2. 术语	1
3. 基本规定	2
3.1 一般规定	2
3.2 沟槽开挖	3
3.3 路基回填	4
3.4 路面修复	4
4. 面层修复范围	4
4.1 纵向施工	5
4.2 横向施工	6
4.3 斜向施工	7
5. 路面修复推荐设计方案	7
5.1 临时路面修复推荐设计方案	8
5.2 常规沥青路面修复推荐设计方案	11
5.3 常规水泥路面修复推荐设计方案	14

5.4 人行道修复推荐设计方案	16
6. 沥青路面挖掘修复施工推荐工法	18
6.1 切缝	18
6.2 路面破除	18
6.3 界面清理	18
6.4 回填处理	18
6.5 面层摊铺	18
6.6 开放交通	18
7. 挖掘修复施工推荐设备配置	20

济南市城市道路挖掘修复技术方案指引

(试行)

1. 总则

为适应本市城市道路挖掘修复的需要，指导设计、施工和验收，提高和保障道路挖掘修复工程的质量，满足道路的承载能力、安全性和舒适性的要求，减少对市容环境的影响，特制订本指引。

本指引是在本市实际情况的基础上，根据提高和保障城市道路挖掘修复质量的需要，对现行《城镇道路养护技术规范》CJJ36、《城镇道路养护技术规范》DB37/T 掘路修复部分的细化、补充。

城市道路挖掘修复除应符合本指引外，还应符合国家、行业和山东省、济南市现行有关标准、规定的要求。

2. 术语

2.1 城市道路挖掘

敷设、维修地下管线，以及其他因工程建设施工挖掘城市道路的行为。

2.2 城市道路挖掘修复

对挖掘后的路基、路面及相关附属设施进行修复。

2.3 大型挖掘修复工程

城市快速路、主干路上的挖掘修复工程；次干路、支路及以下等级道路纵向开挖长度 $\geq 100\text{m}$ ，或挖掘面积超过 300m^2 的挖掘修复工程。

2.4 小型挖掘修复工程

次干路、支路及以下等级道路顺向开挖长度 100m 以下，且挖掘面积不超过 300m² 的挖掘修复工程。

2.5 临时挖掘修复

遇到爆管、漏管等突发事件时实施的挖掘修复工程。

3. 基本规定

3.1 一般规定

城市道路挖掘修复工作应遵从非必要不挖掘原则，有条件的情况下尽量采用非开挖施工技术，进行非开挖施工的专项设计，并应满足其相应的行业规范要求。对确有必要实施的道路挖掘作业，其挖掘修复应符合本文件的要求。

道路挖掘前应查明地下管线及其他构筑物情况，应符合各地下管线管理单位的管理程序要求，挖掘、修复时不得损坏原有的地下管线。在确有影响的情况下，应提前对地下管线进行保护或迁改后再行实施。

大型挖掘修复工程应由有相应资质的设计单位进行专项设计，由有相应资质的施工单位进行施工，由有相应资质的监理单位对工程全程进行监理，并按分项、分部、单位工程进行验收。大型挖掘修复工程应依据新建工程的质量控制与验收标准，按现行《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定执行。

一般小型挖掘修复工程可参照本指引推荐的修复方案进行设计；修复条件复杂的小型挖掘修复工程，应进行专项设计。小型挖掘修复工程宜由有相应资质的监理单位对工程全程进行监理；建设单位应对施工过程和隐蔽部分的施工进行检查和验收，工程完成后，应对工程

物探

外观质量及整体恢复程度提出验收意见。

表 1 小型挖掘修复工程检查验收内容

项目	路基回填 ✓	垫层 ✓	基层 ✓	面层 ✓		人行道 ✓
				沥青	水泥	
检查 验收 内容	平整度	平整度	平整度	平整度	平整度	平整度
	压实度	干密度	压实度	压实度	强度	(强度)
	—	—	厚度	厚度	厚度	(厚度)
	—	—	—	摊铺	浇筑	铺筑
	—	—	—	盖框	盖框	盖框
	—	—	—	切边接边	切边接边	接边
	—	—	—	—	接缝灌缝	—

埋设内径大于 1m 的大口径管线时，应对路面和需要保护的构筑物进行监测，可能引起损坏时应采取加固措施。

挖掘修复应在保证交通安全和施工安全的条件下进行，应制定有效技术安全措施，严格执行安全操作规程，确保安全、文明施工。

除应急抢修和重大民生项目外，冬期（每年 11 月 5 日至翌年 3 月 15 日）禁止挖掘城市道路。确需冬期开挖的，应采取相应技术措施并符合现行《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 第 17 章的规定。

3.2 沟槽开挖

沟槽断面设计应满足管线埋设和路基回填施工的要求，严禁上窄下宽，不得扰动槽底原状土基土，并按国家现行标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 及《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 进行放坡或设置支护结构。达到危大工程标准的，应按相关规定执行。

开挖过程中发现事先未探明的地下障碍物时，应与产权或主管单位协商，采取相应措施后再施工。

3.3 路基回填

沟槽回填前，应清理沟槽内泥土、砖块、垃圾等杂物。严禁使用淤泥、沼泽土、泥炭土、冻土、有机土或含生活垃圾的土等不符合规范要求的回填材料对沟槽进行回填。

当开挖出的材料不能满足回填要求时，宜采用中粗砂、级配碎石、砂砾石等材料回填，回填材料的性能指标应符合现行《城市道路路基设计规范》CJJ 194、《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

符合修复要求的材料应堆放至指定场地。现场堆料距离沟槽边缘不得小于 800mm，高度不得超过 1.5m。

如涉及支护结构的拆除的，支护结构拆除应与路基回填配合进行，且在拆除后应立即回填；对于多层支护沟槽，应待下层回填达到要求后再拆除其上层支护。

3.4 路面修复

挖掘修复后的道路结构应满足使用功能和结构安全的要求，不得低于挖掘前的路面结构强度。

4. 面层修复范围

道路挖掘修复面层范围的确定应在保障修复质量与道路通行安全舒适、且经济合理的基础上，力求提高路容路貌，减少对市容环境的影响。

修复范围应综合考虑安全、功能、经济和美观等因素，包括挖掘

修复区域和邻近受扰动影响引起的路面损伤区域。道路挖掘涉及破坏原有交通标线的，需要对所挖掘道路对应路段的所有交通标线按原标准统一翻新恢复；涉及破坏中央分隔带的，要对所挖掘道路对应路段的中央分隔带按原标准恢复。如周边路基、路面因本项目开挖修复造成龟裂形变及以上程度的损坏，应一并修复。

本章中“纵向”是指与道路行车方向平行或接近平行的方向，“横向”是指与道路行车方向垂直或接近垂直的方向，“斜向”是指与道路中心线倾斜的方向。

4.1 纵向施工

4.1.1 沥青路面纵向挖掘施工时，其上面层修复范围应满足下列要求：

(1) 快速路、主次干路按整车道修复。

a. 当挖掘沟槽位于最外侧车道内时，其修复范围应为该车道至路缘石边线。如图 1 所示。

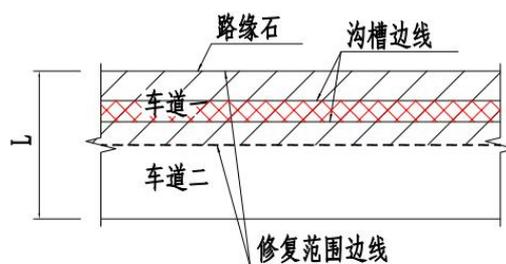


图 1 沟槽位于最外侧车道时修复范围

b. 当挖掘沟槽位于单个中间车道内时仅修复此被挖掘车道。如图 2 所示。

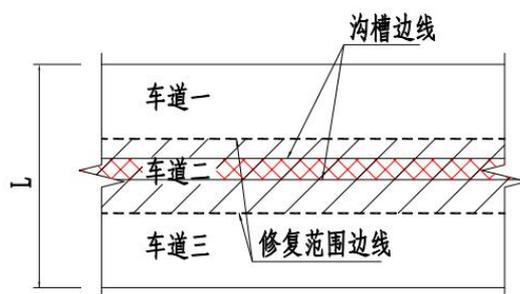


图 2 沟槽位于单个中间车道时修复范围

c. 当挖掘沟槽横跨两个或以上中间车道时应修复所有被挖掘车道。如图 3 所示。

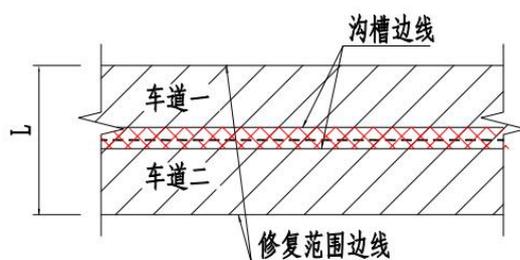


图 3 沟槽横跨两个或两个以上中间车道时修复范围

(3) 支路及以下等级道路按整体面层修复。

4.1.2 水泥混凝土路面纵向挖掘施工时，应按整板修复，如造成邻板破坏，应连同邻板一并修复。

4.1.3 挖掘沟槽宽度 $\geq 1/2$ 人行道宽度或在宽度 ≤ 1.8 米人行道上挖掘，必须按照人行道整幅宽度进行面层、基层整体式修复。对人行道有品质提升要求的应结合挖掘修复，同步统一翻排面层。

4.2 横向施工

4.2.1 沥青路面横向挖掘施工时，其面层修复范围(如图 4 所示)：面层修复横向宽度 W 不宜小于 3m，且满足 4.1.1 条的要求。

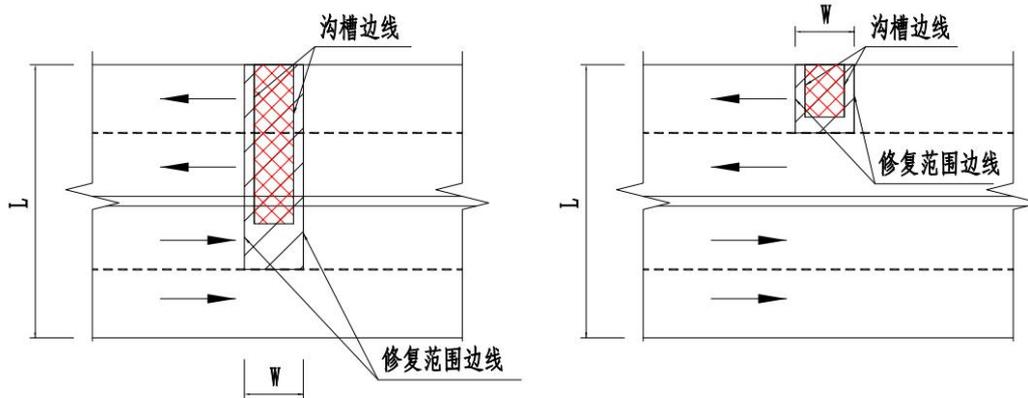


图 4 横向挖掘沥青路面修复范围示意图

4.2.2 横向挖掘施工时，水泥混凝土路面应按整板修复，如造成邻板破坏，应连同邻板一并修复。

4.3 斜向施工

4.3.1 斜向挖掘施工时，沥青路面面层修复范围为按矩形取直修复（如图 5 所示），且满足 4.1.1 条的要求。

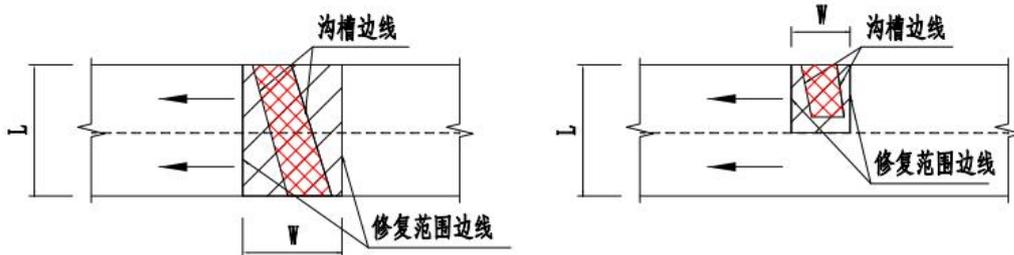


图 5 斜向挖掘沥青路面修复范围示意图

4.3.2 斜向挖掘施工时，水泥混凝土路面应按整板修复，如造成邻板破坏，应连同邻板一并修复。

5. 路面修复推荐设计方案

一般小型挖掘修复工程可根据本指引推荐的路面修复方案确定修复方案。路面修复推荐设计方案分为临时路面修复推荐设计方案、常规沥青路面修复推荐设计方案、常规水泥路面修复推荐设计方案、

人行道修复推荐设计方案。根据道路现场条件、路面结构类型、道路等级选择对应的常规路面推荐修复方案。面层同时要符合上述修复范围的规定。

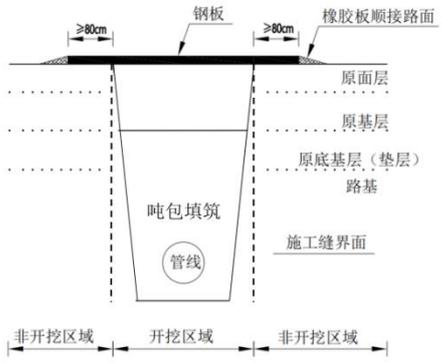
5.1 临时路面修复推荐设计方案

应急快速修复宜当日作业，当日恢复交通。如时间来不及，不能当日修复路面时应设置施工缝，做好界面标记，在施工缝以上临时采用吨包填筑，并采用钢板覆平或覆盖沟槽方案快速修复路面，待交通压力减小时，移除钢板、吨包至施工缝所在界面，再按要求重新分层填筑、压实，达到设计要求后再修复路面结构。

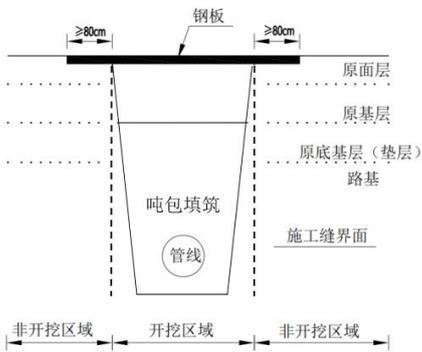
临时路面结构应满足路面通行承载力、行驶安全要求。沟槽开挖时路面四周要用切割机整齐切缝；临时路面结构与原有路面衔接密实、平顺齐直，无起壳、松散，不得低于原路面，高于原路面不超过 5mm，并且满足现行《城镇道路养护技术规范》CJJ36、《城镇道路养护技术规范》DB37/T 日常养护、养护质量要求。

为节约现场施工时间，钢板需为预制产品，且能满足车辆安全行驶、防滑（可采取满足路面使用要求的防滑花纹或其他有效防滑措施）、降噪等要求。**钢板与沟槽周边路面搭接宽度不小于 80cm。**钢板厚度应满足通行路面承载力要求，且不小于 25mm。钢板边角位置应磨圆，确保无锐角或毛刺，避免造成安全事故；钢板高差应满足路面行驶安全要求，钢板之间衔接需平顺并固定，不会产生滑移。沟槽开挖宽度 $\geq 150\text{cm}$ 时，覆平或覆盖钢板的加固方案应进行安全性论证，并应经施工企业总工程师确认签字后方可实施。

5.1.1 钢板覆盖沟槽临时修复方案

结构方案示意图	方案说明	适用条件
<div style="text-align: center;">  <p>修复方案示意图</p>  <p>吨包回填示例</p> </div>	<p>1) 采用吨包回填至钢板底面；</p> <p>2) 钢板与沟槽周边路面搭接宽度不小于 80cm。钢板厚度应满足通行路面承载力要求，且不小于 25mm。</p> <p>3) 钢板覆盖沟槽时四周设置高强度橡胶坡度板，坡长不小于 30cm，确保钢板与路面顺接。橡胶板应有警示标识。橡胶板与钢板、钢板之间衔接需平顺并固定，不会产生滑移。</p> <p>4) 钢板上表面应防滑，保障通行安全。</p> <p>5) 沟槽开挖较宽时，应根据计算采取结构加强措施（如贝雷梁、钢板焊接加劲肋等）。</p>	<p>应急快速修复需要临时恢复通行的路段，且三天内进行正式修复的路段（正式修复时按常规方案修复）。</p>

5.1.2 钢板覆平沟槽临时修复方案

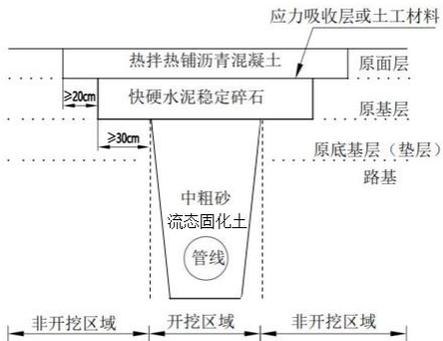
结构方案示意图	方案说明	适用条件
 <p style="text-align: center;">修复方案示意</p>	<p>1)采用吨包回填至钢板底面；</p> <p>2)钢板与沟槽周边路面搭接宽度不小于80cm。钢板厚度应满足通行路面承载力要求，且不小于25mm。</p> <p>3)钢板覆平沟槽时应嵌入路面。钢板与路面衔接应平顺，高差应不超过5mm，缝宽不超过10mm；钢板之间衔接需平顺并固定，不会产生滑动。</p> <p>4)钢板上表面应防滑，保障通行安全。</p> <p>5)沟槽开挖较宽时，应根据计算采取结构加强措施(如贝雷梁、钢板焊接加劲肋等)。</p>	<p>应急快速修复需要临时恢复通车的路段，且超过三天进行正式修复的路段（正式修复时按常规方案修复）。</p>

人行道临时路面修复时，基层采用中粗砂回填压实，面层采用与原有路面砌块色彩相同或相近、块型与尺寸一致的砌块铺砌。

5.2 常规沥青路面修复推荐设计方案

常规沥青路面修复推荐设计方案选择时,当需要快速恢复交通的挖掘修复工程,可以根据实际情况选用方案 1、方案 4;可封闭交通进行基层养生的挖掘修复工程,可以根据实际情况选用方案 2、方案 3、方案 5。

5.2.1 沥青路面修复推荐设计方案 1

结构方案示意图	方案说明	适用条件
	<p>1) 基层和面层开挖成台阶式, 基层向非开挖区域两侧各扩宽不小于 30cm, 面层向非开挖区域两侧各扩宽不小于 20cm;</p> <p>2) 采用中粗砂或流态固化土分层回填(压实)至开挖前的底基层(垫层)顶面;</p> <p>3) 基层材料采用快硬水泥稳定碎石, 厚度与原道路基层相同, 必要时可增加 10cm(即中粗砂或流态固化土回填至原底基层顶面以下 10cm);</p> <p>4) 基层顶面可设置应力吸收层或铺设土工合成材料;</p> <p>5) 面层采用热拌热铺沥青混凝土, 厚度与原路面相同;</p> <p>6) 面层结合部采用乳化沥青处治、基层结合部侧向采用水泥浆处治。</p>	<p>道路等级为快速路、主干路, 且需要快速恢复交通的挖掘修复工程。</p>

5.2.2 沥青路面修复推荐设计方案 2

结构方案示意图	方案说明	适用条件
	<p>1) 基层和面层开挖成台阶式，基层向非开挖区域两侧各扩宽不小于 30cm，面层向非开挖区域两侧各扩宽不小于 20cm；</p> <p>2) 采用中粗砂或流态固化土回填至开挖前的路基顶面，管顶以上 50cm 至基层底面范围内亦可采用水泥（高钙灰）处治土或热焖粉化钢渣回填；</p> <p>3) 底基层或垫层宜采用与原路面结构相同的型式和厚度，亦可采用中粗砂或砂砾石替代；</p> <p>4) 基层采用与原基层结构相同的石灰粉煤灰稳定碎石等半刚性基层；</p> <p>5) 基层顶面设置应力吸收层或铺设土工合成材料；</p> <p>6) 面层采用热拌热铺沥青混凝土，厚度与原路面相同；</p> <p>7) 面层结合部采用乳化沥青处治、基层结合部侧向采用水泥浆处治。</p>	<p>道路等级为快速路、主干路，且可封闭交通进行基层养生的挖掘修复工程。</p>

5.2.3 沥青路面修复推荐设计方案 3

结构方案示意图	方案说明	适用条件
	<p>1) 基层和面层开挖成台阶式，基层向非开挖区域两侧各扩宽不小于30cm，面层向非开挖区域两侧各扩宽不小于20cm；</p> <p>2) 采用中粗砂或流态固化土回填至开挖前的底基层（垫层）顶面；</p> <p>3) 基层材料采用碾压混凝土或贫混凝土；夯实机械和压实机械能够发挥作用时采用碾压混凝土；作业面较小时采用贫混凝土；需快速修复恢复交通时，应采取快硬措施；</p> <p>4) 基层顶面应设置应力吸收层或铺设土工合成材料等；</p> <p>5) 面层采用热拌热铺沥青混凝土，厚度与原路面相同；</p> <p>6) 面层结合部采用乳化沥青处治、基层结合部采用水泥净浆处治。</p>	<p>道路等级为快速路、主干路；且原基层结构为刚性基层的挖掘修复工程，或原基层结构为半刚性基层但需采用增强型修复的挖掘修复工程。</p>

5.2.4 沥青路面修复推荐设计方案 4

结构方案示意图	方案说明	适用条件
	<p>1) 基层和面层开挖成台阶式，基层向非开挖区域两侧各扩宽不小于30cm，面层向非开挖区域两侧各扩宽不小于20cm；</p> <p>2) 采用中粗砂或流态固化土回填至开挖前的底基层（垫层）顶面；</p> <p>3) 基层材料采用快硬水泥稳定碎石或粗粒式沥青混凝土，厚度与原道路基层相同；</p> <p>4) 基层顶面可设置应力吸收层或铺设土工合成材料；</p> <p>5) 面层采用热拌热铺沥青混凝土，厚度与原路面相同；</p> <p>6) 面层结合部采用乳化沥青处治、基层结合部侧向采用水泥浆处治。</p>	<p>道路等级为次干路及以下等级道路；且原基层结构为柔性基层的挖掘修复工程，或原基层结构为半刚性基层、需快速恢复交通的挖掘修复工程。</p>

5.2.5 沥青路面修复推荐设计方案 5

结构方案示意图	方案说明	适用条件
	<p>1) 基层和面层开挖成台阶式，基层向非开挖区域两侧各扩宽不小于30cm，面层向非开挖区域两侧各扩宽不小于20cm；</p> <p>2) 采用中粗砂或流态固化土回填至开挖前的底基层（垫层）顶面；</p> <p>3) 基层采用与原基层结构相同的半刚性或刚性基层；</p> <p>4) 基层顶面可设置应力吸收层或铺设土工合成材料；</p> <p>5) 面层采用热拌热铺沥青混凝土，厚度与原路面相同；</p> <p>6) 面层结合部采用乳化沥青处治、基层结合部侧向采用水泥浆处治。</p>	<p>道路等级为次干路及以下等级道路，且可封闭交通进行基层养生的挖掘修复工程。</p>

5.3 常规水泥路面修复推荐设计方案

水泥混凝土路面修复设计应包括结构组合与厚度、材料组成和接缝构造等。

水泥混凝土路面面层修复后强度、厚度不应小于原面层设计标准。在缺乏原有道路设计资料时，各道路交通荷载等级要求的水泥混凝土28d龄期弯拉强度标准值不得低于表2的规定。

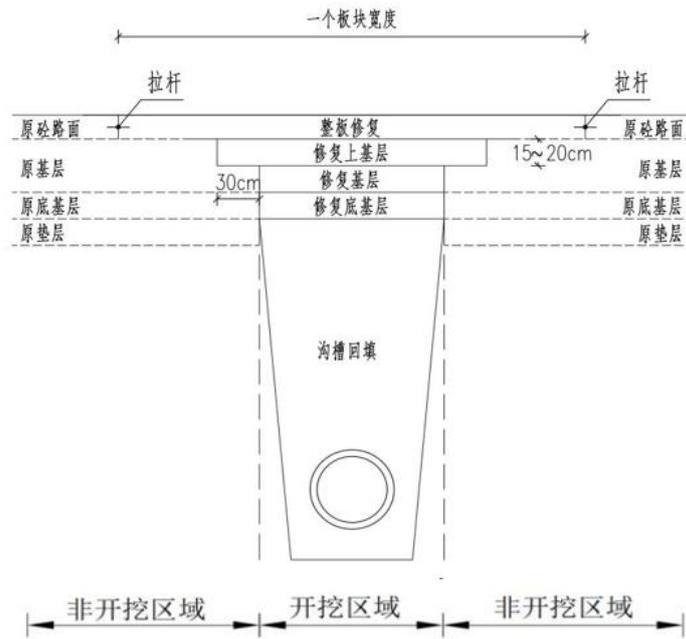
表2 水泥混凝土弯拉强度标准值

交通荷载等级	特重、重交通	中等交通	轻交通
水泥混凝土弯拉强度标准值 (MPa)	≥5.0	4.5	4.5

修复路面结构不应低于原有道路等级标准。水泥路面修复结构类型推荐采用半刚性基层水泥混凝土路面。路基顶面设置加筋材料时，不得出现扭曲或褶皱等现象，搭接宽度不应小于300mm。

水泥混凝土路面挖掘施工应按整板修复。

水泥混凝土路面修复的纵缝和横缝应与原有道路的位置一致，纵缝、横缝、胀缝等应符合现行《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的规定。

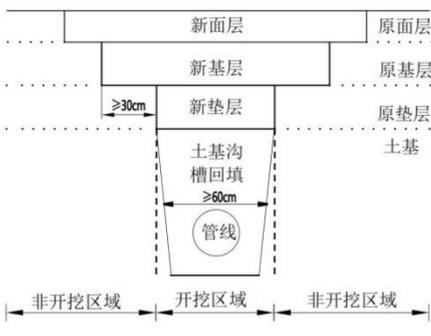


旧板凿除应保留原有拉杆和传力杆，同时不得造成相邻板块损坏、错位。当原有拉杆和传力杆未能保留，或开挖界面无拉杆、传力杆时，应考虑植筋设置拉杆和传力杆。

挖掘埋设箱型或圆形管道时，在雨水口和检查井周围，应采用设置接缝的钢筋混凝土面层并进行配筋设计。

5.4 人行道修复推荐设计方案

人行道面层应采用原结构修复。原面层为铺砌路面时，砌块色彩、块型、尺寸均应与原面层砌块一致。

结构方案示意图	方案说明	适用条件
 <p>The diagram illustrates a cross-section of a road repair project. It shows the original structure (原面层, 原基层, 原垫层, 土基) and the new structure (新面层, 新基层, 新垫层). A trench is shown for pipe replacement (土基沟槽回填) with a width of at least 60cm. The trench is wider than the original base layer by at least 30cm. The diagram also indicates non-excavated areas (非开挖区域) and the excavated area (开挖区域).</p>	<p>1) 基层和面层的修复应在沟槽断面两侧各加宽不少于 30cm。</p> <p>2) 沟槽回填的最小宽度应满足夯实机械的最小工作宽度，且不得小于 60cm。当不能满足回填最小宽度时，可采用灌注混凝土或控制性低强度自密实材料等方法回填。</p> <p>3) 人行道面层应采用原结构修复。如为铺砌砌块，则砌块色彩、块型、尺寸均应与原面层砌块一致。</p>	<p>人行道的挖掘修复工程。</p>

6. 沥青路面挖掘修复施工推荐工法

沥青路面挖掘修复的施工工艺流程为：切缝——路面破除——界面清理——回填处理——面层摊铺——开放交通。

6.1 切缝

在进行道路挖掘前，应根据挖掘位置进行切缝。切缝要求横平竖直，同时应将挖掘范围全部包裹在内。同时避免破坏相邻沥青路面。对于多层路面采用错缝进行布置。

6.2 路面破除

采用小型机械进行破除，对于挖掘范围较大的应采用大型机械进行破除。在距离管线 1m 范围内应采用人工开挖。

6.3 界面清理

清理原有基面垃圾，对于破除后的路面进行清扫。同时对于两侧既有路面刷粘层油，对于有接缝的位置放置纤维格栅。

6.4 回填处理

对于清理后的基层采用水泥稳定土、石灰土、级配碎石进行分层回填。分层厚度基层不超过 20cm。基层应采用统一材料进行回填。避免不均匀沉降发生。

6.5 面层摊铺

距离较长的路面修复应采用摊铺机进行摊铺，采用双钢轮压路机配合碾压，直至表面平整，压实度符合要求。

6.6 开放交通

热拌沥青混合料路面待摊铺层自然降温至表面温度低于 50℃后，方可开放交通。同时禁止洒水进行降温。沥青路面挖掘修复施工可根

据修复面积大小选用机械，详见表 3。

表 3 沥青路面挖掘修复施工推荐使用机械

序号	修复面积	推荐使用机械
1	5 m ² 以下	柴油切缝机，平板夯，冲击夯，手推式搅拌机，风镐。
2	5 m ² ~50 m ²	柴油切缝机，单（双）光轮压路机，平板夯，迷你摊铺沥青机，手推式搅拌机，小型沥青撒布机，小型清扫机，镐头机。
3	50 m ² 以上	摊铺机，铣刨机，风镐，清扫车，粘（透）层油洒布车，压路机，拖车。

7. 挖掘修复施工推荐设备配置

横向挖掘、斜向挖掘对车道影响较多但实施距离较短，无法开展大型化机械施工，针对此类工况采用小型设备实施，推荐配置的机械设备详见表 4。

表 4 挖掘修复施工推荐设备配置表

序号	产品名称	产品图	功能
1	迷你摊铺沥青机		进行道路材料摊铺，与人工摊铺相比平整度较好。
2	柴油切割机		路面切割设备
3	小型清扫机		路面清扫

4	1.5 吨全液压 双钢轮压路 机	 <p>1.5吨全液压双 钢轮压路机</p>	400 平方/小时碾压 +收光
5	手扶式单轮 压路机（柴油 款）		50 平方/小时碾压+ 收光
6	平板夯（柴油 款）		10 平方/小时碾压+ 收光
7	冲击夯		根据土壤要求约 10~20 平方/小 时

8	手推式搅拌机		搅拌设备
9	小型沥青撒布机		基面均匀喷洒封层
10	乳化沥青撒布机		撒布乳化沥青