

山东省交通运输研究会团体标准

T/SDTRB XXXX-XXXX

公路改性地聚合物注浆加固技术要求

Technical Requirements for Modified Geopolymer Grouting

Reinforcement of Road

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

山东省交通运输研究会 发布

目 次

前 言II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语及定义..... 1

4 基本规定..... 2

5 材料..... 2

6 注浆设计..... 3

7 注浆施工..... 7

8 质量检验与验收..... 9

附 录 A..... 12

附 录 B..... 14

附 录 C..... 16

附 录 D..... 18

本文件用词说明..... 20

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东东青公路有限公司、山东省交通规划设计院集团有限公司提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

公路改性地聚合物注浆加固技术要求

1 范围

本文件规定了公路改性地聚合物注浆加固的材料、设计、施工、质量检验与验收。
本文件适用于采用改性地聚合物的公路基层、路基注浆加固工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 176 水泥化学分析方法
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB/T 12573 水泥取样方法
- GB/T 17671 水泥胶砂强度试验（ISO 法）
- JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
- JTG 5110 《公路养护技术标准》
- JTG 5150 《公路路基养护技术规范》
- JTG 5210 《公路技术状况评定标准》
- JTG E60 道路路基路面现场测试规程
- JTG H30 《公路养护安全作业规程》
- JGJ 63 《混凝土用水标准》
- TB/T 3192 铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件
- YS / T 5211 《注浆技术规程》

3 术语及定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地聚合物材料 **geopolymer**

由钢渣、矿渣、粉煤灰、偏高岭土及碱激发剂等以一定比例混合而成的碱激活胶凝材料。

3.2

改性地聚合物注浆材料 **modified geopolymer grout**

由钢渣、矿渣、粉煤灰、偏高岭土、碱激发剂及外加剂等原材料在专业化工厂按一定比例混合，配制成具有高流动性、速凝早强等性能，在使用地点按规定比例加水拌合的碱激活胶凝材料。

3.3

注浆 grouting

将配制好的浆液，经专用压送设备将其注入路面结构内部，在压力作用下对基层、路基进行充填、渗透、挤密或劈裂，浆液经胶凝或固化后，达到加固和防渗堵漏等目的的一种施工工艺。

3.4

公路非开挖处治技术 trenchless technology

不开挖地表或以最小的地表开挖量进行的公路深层病害检测、修复的施工技术。

4 基本规定

- 4.1 公路改性地聚合物注浆设计与施工前，应对公路裂缝、唧浆、沉陷、脱空等病害情况进行检测，了解病害的位置、深度、范围。
- 4.2 公路改性地聚合物注浆加固应根据道路等级、交通量情况及路面病害类型、范围、程度确定注浆孔布置方案。
- 4.3 公路改性地聚合物注浆加固施工前应根据工程规模要求及病害类型进行试验段或试验性施工。注浆加固设计参数和施工工艺应根据试验段或试验性施工的结果进行调整后方可全面施工。
- 4.4 公路改性地聚合物注浆施工过程中应做好安全文明施工，严格执行作业安全规定，符合 JTG 5110 及 JTG H30 有关规定，并注意保护环境。施工环境温度不应低于 5℃，不宜高于 35℃；当施工环境温度低于 5℃时，应采取加热及封闭保温措施；严禁在中雨、大雨、暴雨天气下进行注浆施工。
- 4.5 改性地聚合物注浆材料中有害物质限量及注浆固结过程中释放物质限量应符合国家相关环保要求。注浆作业设备应满足排放标准，宜加除尘或抑尘装置。

5 材料

5.1 改性地聚合物材料

改性地聚合物材料的主要技术性能应符合表 1 的规定。

表 1 改性地聚合物材料主要技术指标

序号	项目		单位	性能指标		
				普通型	早强Ⅰ型	早强Ⅱ型
1	凝结时间	初凝	min	≥60	/	/
		终凝		≤400	≤120	≤120
2	抗压强度	3h	MPa	/	/	≥10.0
		6h		/	≥5.0	≥20.0
		1d		≥5.0	≥20.0	≥30.0
		3d		≥20.0	≥35.0	/
		28d		≥40.0	≥40.0	≥40.0
注：按照附录 D D.1 改性地聚合物材料主要技术指标检验方法检测。						

5.2 改性地聚合物浆液混合料

5.2.1 改性地聚合物浆液混合料的主要技术性能应符合表 2 的规定。

表 2 改性地聚合物注浆混合料主要技术指标

序号	项目		单位	性能指标		
				普通型	早强Ⅰ型	早强Ⅱ型
1	流动度	初始	s	18±4		
		15min		/	≤30	≤30
		30min		≤30	/	/
2	泌水率	自由泌水率	%	≤0.4		
		压力泌水率 (0.36MPa)		≤3.5		
3	24h 自由膨胀率		%	0~1.0		
4	耐水性		%	≥95		
注：按照附录 D D.2 改性地聚合物注浆混合料主要技术指标检验方法检测。						

5.2.2 配制改性地聚合物注浆浆液所采用的拌合用水应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

6 注浆设计

6.1 一般规定

6.1.1 改性地聚合物注浆加固适用于采用公路非开挖处治技术处治裂缝、唧浆、沉陷、脱空、路基强度不足等病害，应根据公路检测评定报告、病害类型确定注浆加固范围及方案。当局部弯沉值大于 35 或路面面层、基层严重破损时，宜考虑结合面层、基层局部开挖进行修复。

6.1.2 公路改性地聚合物注浆设计内容包括控制指标、注浆材料选型、工艺参数设计，并根据试验段或试验性施工的结果进行调整。

6.2 注浆孔布置

6.2.1 沥青混凝土路面

沥青混凝土路面注浆孔应根据病害类型、范围、程度进行相应调整，注浆一般采用梅花形布置并主要位于轮迹带上，孔排距宜为 1.2m~1.8m，孔间距宜为 1.5m~2.0m，孔径宜为 50mm，示意图如图 1 所示。

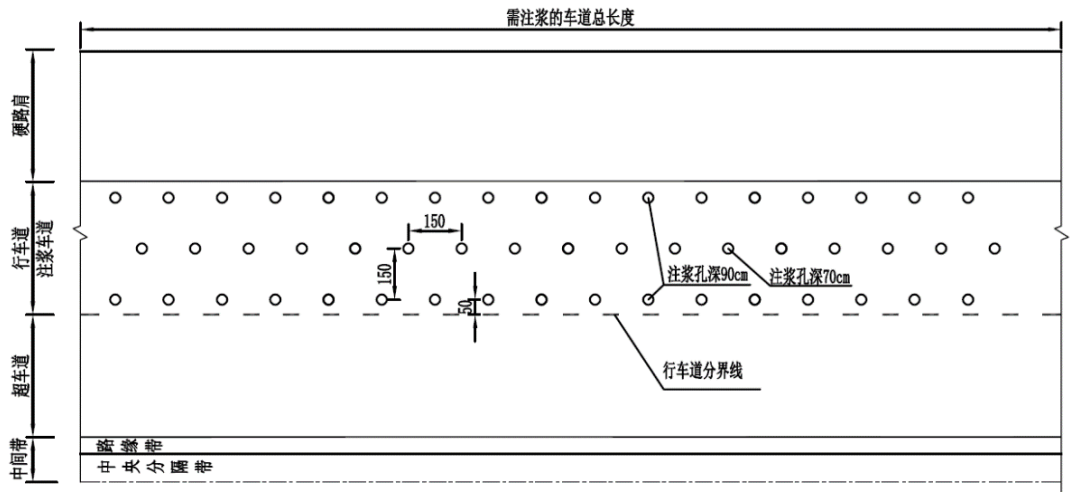


图 1 整车道注浆示意图

6.2.2 水泥混凝土路面

水泥混凝土路面注浆孔宜采用梅花形式布孔，在四个板角处距相邻接缝 **50cm** 位置布设注浆孔，板块中央布设冒浆孔，也可根据病害的分布实际情况及板块宽度相应调整，示意图如图 2 所示。

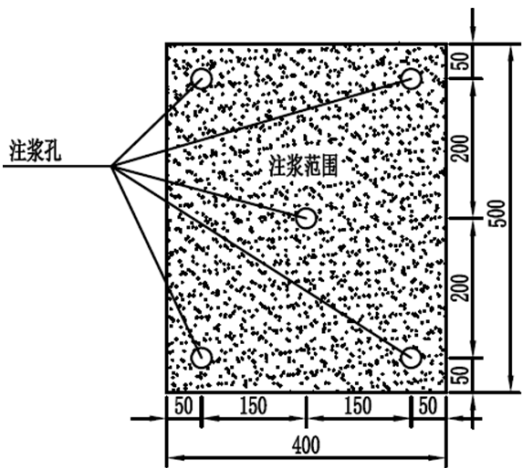


图 2 水泥混凝土路面板注浆示意图

6.2.3 新老路面结合部

新老路面拼接缝注浆孔宜布置在接缝两侧，呈之字形分布，示意图如图 3 所示。

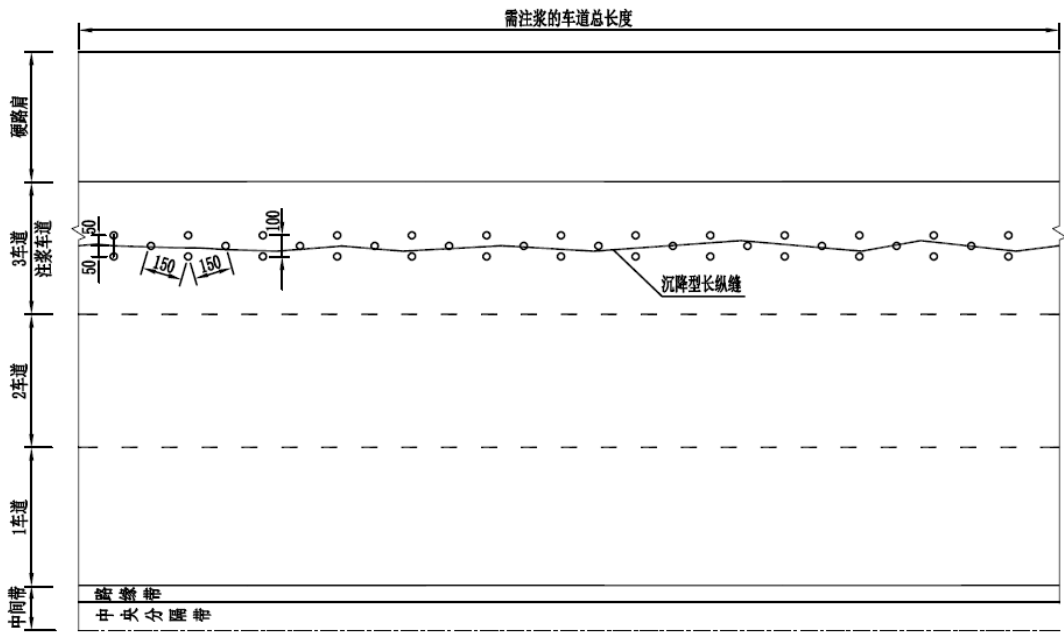


图 3 沉降型长纵缝注浆示意图

6.2.4 桥头病害

桥头病害分为桥头搭板脱空病害及桥头搭接段路基沉降。桥头搭板脱空部位含泥浆时应先置换泥浆再进行注浆；路基沉降应采用基层和路基同时注浆加固，注浆应由外向内，顺序进行。

6.3 注浆深度

6.3.1 注浆深度应根据公路病害类型的深度、公路结构层实际厚度和荷载作用的主要应力工作区深度综合确定，宜超过公路基层实际厚度 0.10m，或深入路基病害深度范围内。

- 1 水泥混凝土路面板底脱空的注浆深度应达到脱空部位以下不小于 5cm。
- 2 半刚性基层松散和层底脱空的注浆深度应达到基层底以下不小于 5cm。当半刚性基层下设有垫层时,注浆深度应穿透垫层,达到垫层底面以下不小于 5cm。
- 3 路基加固的注浆深度应达到路床顶面以下不小于 80cm，或达到已探明的薄弱层。
- 4 规定的注浆加固深度影响范围内铺设地下管线时，应视地下管线位置及埋深情况予以避让。

6.3.2 改性地聚合物注浆对公路结构层及土体的影响半径：地聚合物类浆液的扩散半径根据式（1）计算：

$$R = \alpha \times K \times P \times r \times T_s \times n / B \tag{1}$$

式中：R——浆液扩散半径（m）；

R——注浆孔半径（m），取 0.025m；

K——渗透系数（m/s）；

T_s ——渗透时间（s）；

B ——黏度（Pa·s）；

n ——道路基层路基空隙率；

α ——修正系数，取值为 **120-190**，当复合式注浆中基层为主要注浆层位时取低值，路基为主要注浆层位时取高值。

无数据参数时，浆液扩散半径参考值为 **0.75m**。

6.4 注浆压力

6.4.1 应根据注浆加固部位公路路面、基层和路基的现状与破损程度，经注浆试验确定注浆压力范围，一般可采用：基层注浆压力 0.5~1.2MPa，路基注浆压力 0.8~1.5Mpa，水泥板底脱空注浆压力 0.8~1.2MPa；

6.4.2 在无当地工程经验情况下，公路基层和路基注浆设计的最小注浆压力可按式（2）计算：

$$p_{\min} = \frac{l \cdot h}{1000} + s \tag{2}$$

式中： $p_{\min}$ ——最小注浆压力，MPa；

h ——路面到注浆点的深度，m；

l ——注浆点以上土体（路基、基层等）的平均重度，kN/m³；

s ——路基土的抗拉强度，MPa。

6.4.3 在无当地工程经验情况下，最大注浆压力应经注浆试验确定，注浆工作压力不应破坏公路结构层，同时不应超过单次或累计抬升量的限值。

6.5 注浆量

6.5.1 根据公路检测病害的类型、范围和严重程度，并结合公路各层的孔隙率和注浆工作压力等因素，由试验确定。当缺少充分试验情况下，可根据以往经验，参考表 3 选用。

表 3 改性地聚合物注浆单位用量

注浆加固部位	改性地聚合物注浆用量(kg/m ²)
沥青混凝土路面 路基	30~80
沥青混凝土路面 基层	20~60
水泥混凝土路面 板底脱空	20~40
水泥混凝土路面 板底路基	30~80
注：（1） 单位用量系指单层注浆量；基层与路基同时注浆加固时浆料一般在 40~80 kg/m ² ，特殊情况如地下空穴、暗浜、暗沟等应按实计量；	
（2）路基加固深度超过 1.2m 时，每增加 0.5m 单位用量应增 15-20%；	

- (3) 二、三级的公路加固注浆量可高于本参考用量，具体由试验确定；

(4) 一般情况，加固前公路路面弯沉值大，注浆用量取上限，反之取下限；基层、板底垫层采用砂、碎石垫层填筑，路基采用砂土填筑，注浆用量取上限；路基填筑材料采用建筑垃圾的应按实计量；

(5) 改性地聚合物浆料由改性地聚合物材料及水组成，拌合水应符合 JGJ 63 规定。

6.5.2 在无当地工程经验情况下，设计的注浆量可按式（3）方法计算：

$$Q=V\frac{C_c}{1+e_1}f\lg\frac{p_0+Dp}{p_0}\tag{3}$$

式中：Q——注浆量，m³；

V——土体体积，m³

C_c——土的压缩指数；

p₀——压缩临塑荷载，MPa；

Dp——超过压缩临塑荷载的注浆压力，MPa；

e₁——注浆后的孔隙比；

f——加压系数，可根据现场情况，取 1.05~1.20；

j——土体的摩擦角，°；

g——土体重度，kN/m³

c——土体内聚力，MPa；

h——地面至注浆段的深度，m。

7 注浆施工

7.1 施工准备

7.1.1 公路改性地聚合物注浆材料进场前应进行检验，合格后方可适用。

7.1.2 公路改性地聚合物注浆材料进场后应防雨防潮。

7.1.3 公路改性地聚合物注浆加固施工前应对施工区域内周围建筑、公路结构现状、场地附近水源分布情况及其补给关系、地下管线及设施进行勘察了解，并对照公路检测评定报告、设计图纸和施工专项方案进行详细核查，制定相应保护措施。如发现与设计严重不符时，应在变更设计后方可组织实施。

7.1.4 公路改性地聚合物注浆应配备与工艺相适应的钻孔、注浆管安装、注浆、搅拌、拔管、发电、运输等主要机械及其它设备，并应满足以下规定：

1 改性地聚合物注浆用制浆设备应根据所搅拌浆液的类型、注浆泵的排量确定，应满足连续、均匀拌制的要求；

2 注浆泵的技术性能应与注浆浆液的类型、流动度相适应，额定工作压力应大于 **1.5** 倍的设计最大注浆压力，排浆量应能满足最大注入率的要求；

3 注浆管路应使浆液流动顺畅，并应能承受至少 **2** 倍的设计注浆压力；注浆管的材质、规格应满足施工工艺和安全要求；连接阀门应使用可承受浆液冲蚀的耐磨阀门；

4 注浆泵出口处应安装压力表，且其使用压力应在压力表最大标称值的 **1/4~3/4** 之间；压力表与管路之间应设有隔浆装置，且隔浆装置传递压力应灵敏无碍。

7.2 施工

7.2.1 根据工程规模及病害类型进行试验段或试验性施工，确定不同病害的工艺参数。

7.2.2 按设计施工图纸要求现场布孔并标记孔位。

7.2.3 公路改性地聚合物注浆加固时，注浆钻孔应符合下列规定：

1 可采用冲击钻机、振动钻机、静力取孔钻机及液压钻机等进行钻孔。一般情况下，沥青路面注浆可采用冲击钻机、振动钻机及液压钻机；水泥混凝土路面板底注浆时宜使用静力取孔钻机，板块基层以下注浆采用振动钻机或液压钻机钻进；

2 钻孔孔位与设计孔位偏差不宜大于 **0.20m**，钻孔深度与设计深度偏差不宜大于 **0.10m**，钻孔应保持垂直，允许偏斜率 **1.5%**，钻孔有效深度应符合设计要求；

3 钻孔时应详细记录孔位、孔位调整、孔深、地层变化，遇地下管线或路基状况不良部位等特殊情况时孔位和孔深应根据现场情况进行孔位调整或钻孔加深，并做好记录；

4 钻孔中应及时清除钻进时产生的粉尘，施工完毕后统一处理。

7.2.4 采用振动沉管法或液压沉管法时，注浆管应采用钢管。

7.2.5 公路改性地聚合物注浆浆液拌制应符合下列规定：

1 改性地聚合物注浆浆液配合比应根据设计要求并通过现场试验确定；

2 改性地聚合物注浆材料应采用重量称量法进行计量，允许偏差为 $\pm 3\%$ ；水可按体积进行计量，允许偏差为 $\pm 1\%$ ；

3 改性地聚合物注浆浆液应搅拌均匀，搅拌时间不得小于 **3min**，且浆液自制备至用完的时间不得超过其凝结时间，且不得大于 **30min**；

4 改性地聚合物注浆浆液应保持在 **5℃~40℃** 之间，低于 **5℃** 应采取保温措施方可施工，高于 **40℃** 不得施工。

7.2.6 公路改性地聚合物注浆施工应符合下列规定：

1 注浆施工前应进行试压，由低压逐步加压至设定压力，符合设计要求后方可进行下一步施工。

2 注浆加固层位于潮湿或过湿状态时应由内向外顺序注浆，对基层松散及路基易跑浆路段的注浆应由外向内，宜分序进行，隔孔跳注；

3 当公路面层和基层存在裂缝、松散、破损等情况，宜采用先上部基层低压后下部路基较高压自上而下的顺序注浆；

4 注浆应按从低处往高处的顺序进行。

5 平面注浆可按施工路段走向顺序进行。

7.2.7 公路改性地聚合物注浆施工应连续进行，并按附录 B 做好施工记录。因故中断时，间断时间应小于浆液的初凝时间。

7.2.8 公路改性地聚合物注浆结束标准，当满足下列条件之一时可终止注浆：

1 注浆工作压力达到注浆设计压力的上限，采用普通型改性地聚合物应停止注浆静压 **1min~2min**，采用早强型改性地聚合物应停止注浆静压 **30s~1min**；若压力下降则继续注浆，直至邻孔冒浆为止；

2 在工作压力下单孔注浆量达到设计注浆量的 **3** 倍以上时；

3 当邻孔、公路表面纵横缝发生串浆或冒浆、冒积水时，继续注浆 **10s~20s**；

4 公路表面单次抬升量超过 **5mm** 或累计抬升量超过 **10mm** 时。

7.2.9 公路改性地聚合物注浆中注浆孔附近出现明显异常，应立即停注，待查明原因并采取相应处理措施后及时补浆。

7.2.10 公路改性地聚合物注浆结束，拔管后应及时用木塞或橡胶塞及时封孔，待压力释放、初凝时间过后方可拔除封孔塞。后用改性地聚合物浆料封堵抹平，并确保孔内填充密实。

7.2.11 公路改性地聚合物注浆加固施工结束后应对公路加固施工区域进行封闭养护，封闭养护应满足下列规定：

1 采用普通型改性地聚合物注浆材料注浆加固后，应满足 **1d~3d** 的封闭养护时间；

2 采用早强型改性地聚合物注浆材料注浆加固后，应满足 **3h~6h** 封闭养护时间。

3 封闭养护应考虑季节和施工时当地气温影响，当封闭养护少于上述时间，现场养生或同等条件下养生的硬化浆液试件抗压强度 $\geq 20\text{MPa}$ 时，经验收合格可开放交通。

8 质量检验与验收

8.1 质量检验

8.1.1 公路改性地聚合物注浆加固施工质量检验应在改性地聚合物同条件养护注浆试块强度达到 **100%**或注浆加固结束 **28d** 后进行。

8.1.2 公路改性地聚合物注浆施工质量检验应符合下列规定：

1 原材料进场检验的检验批及取样应符合下列规定：

- (1) 按同一生产厂家、同一品种、同一型号、同一批号且连续进场的改性地聚合物注浆材料，每70t 为一个检验批，不足 70t 的应按一个检验批计，每一个检验批应为一个取样单位。
- (2) 取样方法应按现行国家标准《水泥取样方法》GB/T 12573 执行，取样应有代表性，总量不得少于 30kg。
- (3) 样品应混合均匀，并应用四分法，将每一检验批取样量缩减至试验所需的 2.5 倍。
- (4) 每一检验批取得的试样应混合均匀，分为两等分，其中一份按本规范第 5.1 节规定的项目进行检验，另一份密封保持以备检验。

2 宜根据设计要求检测路表回弹弯沉值，检测设备宜采用落锤式弯沉仪（FWD）、贝克曼梁等检测设备，但应与注浆前采用设备类型相同；当单块注浆面积小于 500m² 且无法形成连续注浆段时，不宜仅用弯沉值进行评判，可同时采用探地雷达进行检测，对比注浆前后地质雷达图像存在的差异，根据差异程度对注浆效果进行定性的总体评价；必要时也可采用探坑等方法进行注浆效果综合评价，进行探坑开挖时注意注浆一般在公路结构层以下 30cm～80cm 区间形成浆液层或固结块。

3 应对经检测达不到设计要求的区域进行补注浆，直至满足要求。

4 注浆加固施工中应对施工质量进行检验，质量检验标准应符合表 4 的规定：

表 4 质量检验标准

项目	序号	检验项目	规定值与允许偏差	检查频率	检查方法
主控项目	1	改性地聚合物注浆材料进场检验	符合设计要求	本规范 7.1.2 条第 1 点	
	2	注浆试块强度(MPa)	符合设计要求	符合规定（注 1*）	本规范 4.2.3
	3	弯沉值（0.01mm）或弯沉降低率	符合设计要求	符合设计要求（注 2*）	JTG E60
一般项目	1	注浆孔数量(个)	符合设计要求	抽检 30%	现场检查
	2	注浆孔位偏差	±20 mm	抽查 20%	钢卷尺量测
	3	注浆孔深	符合设计要求	抽查 20%	钢卷尺量测
	4	注浆压力（与设计参数比）	±10%	检查 100%	查记录表
	5	公路表面抬升	≤10mm	抽检 100%	水准仪
注 1*：表示用于检查其强度的试块，应在改性地聚合物注浆的注浆搅拌地点随机抽取。取样与留置试块应符合下列规定：					

(1) 每拌制 100 盘（不足 100 盘，按 100 盘计）取样不得少于一次； (2) 每次取样应至少留置一组标准养护试块、一组同条件养护试块，同条件养护试块留置组数应根据改性地聚合物注浆加固工程量确定。 2*：弯沉值（0.01mm）或弯沉降低率（（施工前弯沉值 - 施工后弯沉值）/ 施工前弯沉值 ×100%）可参考下列规定： (1) 沥青混凝土路面注浆加固，当原路代表弯沉>35 时，代表弯沉降低率≥20%，单点合格率大于等于 95%； (2) 水泥混凝土路面注浆加固，板角弯沉差≤6，单点弯沉值≤20，单点合格率大于等于 95%。
--

8.2 验收

8.2.1 公路改性地聚合物注浆加固工程宜作为公路养护加固工程中一个子单位工程进行质量检查与验收。质量检查与验收除应符合设计要求及现行行业标准的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 公路改性地聚合物注浆加固工程验收检验批应根据施工、质量控制和专业验收需要划定，宜将在同一公路上每两个相邻交叉口之间的路段或单独一个交叉口作为一个检验批，当两个相邻交叉口之间的路段大于 500m 时，每 200~500m 作为一个检验批，不足 200m 的按一个检验批计。

2 公路改性地聚合物注浆加固工程质量验收，应按本文件附录 C 的格式填写质量验收记录。。

8.2.2 公路改性地聚合物注浆加固工程的竣工验收内容应包括：

- 1 注浆设计文件和设计变更记录；
- 2 注浆加固施工方案；
- 3 原材料质量合格证书、出厂检验报告、进场复试报告等质量文件；
- 4 改性地聚合物注浆浆液配比及强度试块报告；
- 5 施工记录和监测记录；
- 6 注浆前后弯沉或探地雷达检测数据对比、复核报告；
- 7 注浆效果检测试验报告；
- 8 质量验收记录；
- 9 工程竣工图及竣工报告；
- 10 施工照片或录像资料。

附录 A
(规范性)
公路检测记录表

表 A.1 公路路面结构强度检测记录表

检测路段： 至 路段检测单位：
检测仪器： 工作参数：
测点布置： 检测日期： 年 月 日

序号	分布		结构强度检测							备注
			回弹弯沉值				辅助措施（如钻芯取样法）			
	桩号（中点）	横向位置	弯沉平均值 （0.01mm）	标准差	变异系数	代表弯沉 （0.01mm）	芯样密度 （kg/m³）	标准密度 （kg/m³）	压实度 （%）	
1	K+									
2	K+									
3										
4										
5										
6										
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
备注										

表 A.2 路面结构内部病害检测记录表

检测路段：检测单位：

检测仪器：工作参数：

测点布置：检测日期：

序号	病害类型	长度（m）	长度（m）	病害面积（m²）	发展层位	发展深度（m）	备注
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

附录 B

(规范性)

公路改性地聚合物注浆施工记录表

表 B.1 沥青混凝土路面注浆施工记录表

日期：年 月 日

工程名称				分项工程			
施工单位				项目经理			
路段起 止桩号	钻孔直径 (mm)	钻孔深度 (m)	注浆参数			工作内容 (孔号)	情况说明
			浆液 配合比	注浆量 (kg)	注浆压力 (MPa)		
备注说明：注浆孔 (A) 冒浆孔 (B) 注不进孔 (C)							

记录人：

监理：

施工员：

施工班组长：

表 B.2 水泥混凝土路面注浆施工记录表

日期：年 月 日

工程名称				分项工程				
施工单位				项目经理				
路段 起止桩 号	孔号	钻 孔		注 浆				
		钻孔直 径 (mm)	钻孔深 度 (m)	浆液 配合比	注浆压 力 (Mpa)	注浆量 (Kg)	路面抬升 (mm)	情况说明
示意图						备注说明： 注浆结束标准： 1 注浆工作压力达到注浆设计压力的上限，停止注浆静压 1min~2min（早强型 30s~1min）； 若压力下降则继续注浆，直至邻孔冒浆为止； 2 在工作压力下单孔注浆量达到设计注浆量的 3 倍以上时； 3 当邻孔、公路表面纵横缝发生串浆或冒浆、冒积水时，继续注浆 10s~20s； 4 公路表面单次抬升量超过 5mm 或累计抬升量超过 10mm 时。 A-注浆孔 B-冒浆孔 C-注不进的孔		

记录人：

监 理：

施 工 员：

施 工 班 组 长：

附 录 C

(规范性)

公路改性地聚合物注浆加固工程验收记录表

表 C.1 改性地聚合物注浆加固工程检验批质量验收记录表

工程名称			分项工程名称		验收部位	
施工单位			专业工长		项目经理	
批号及批量					见证取样人员	
执行标准名称及编号						
检查项目		质量验收规范的规定及条文号		施工单位自查评定记录		监理（建设）单位验收记录
主控项目	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
一般项目	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
施工单位检查评定结果		项目专业质量检查员：年月日				
监理（建设）单位验收结论		专业监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）年月日				

表 C.2 改性地聚合物注浆加固子单位工程质量验收记录表

工程名称			验收部位			桩号	
施工单位			技术部门负责人			质量部门负责人	
序号	子分部工程名称	数量	验收资料	施工单位检查评定	验收意见		
1							
2							
3							
4							
5							
质量控制资料							
外观质量验收							
参加验收单位	建设单位	公章 单位（项目）负责人： 年月日					
	监理单位	公章 总监理工程师： 年月日					
	施工单位	公章 项目经理： 年月日					
	设计单位	公章 单位（项目）负责人： 年月日					

附录 D

(规范性)

检验方法

D.1 改性地聚合物材料主要技术指标检验方法

D.1.1 改性地聚合物材料凝结时间试验除应按现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 的有关规定执行外，尚应符合以下规定：

1 高温施工时，若施工现场的改性地聚合物材料凝结时间检测符合本文件要求，但标准条件下（ $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）检测超出的，可判定合格，另有约定的按约定处理；

2 冬季施工时，若在标准条件下（ $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）改性地聚合物材料凝结时间检测符合本文件要求，但在施工现场检测超出的，可判定合格，另有约定的按约定处理。

D.1.2 改性地聚合物材料抗压强度试验除应满足现行国家标准《水泥胶砂强度试验（ISO 法）》GB/T 17671 的有关规定外，尚应符合以下规定：

1 改性地聚合物注浆材料抗压强度标准试件应采用尺寸 $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 160\text{mm}$ 的棱柱体；

2 试件应采用非振动法成型，所用浆体按 D.2.1 的规定搅拌。

3 拌合好的浆体应直接灌入试模，浆体应与试模的上边缘平齐；

4 从搅拌开始计时到成型结束，应在 6min 内完成。

5 抗压强度结果的计算以一组三个棱柱体上得到的 6 个抗压强度测定值的平均值为试验结果，当 6 个抗压强度测定值都不小于龄期要求强度，取平均值为试验结果。但如有 1 个及以上抗压强度测定值低于龄期强度要求，则继续按 GB/T 17671 的相关规定执行。

D.2 改性地聚合物注浆混合料主要技术指标检验方法

D.2.1 流动度试验、自由泌水率试验、压力泌水率试验、24h 自由膨胀率试验除应按行业标准《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》JTG 3420 的有关规定执行外，尚应符合以下规定：

1 所用浆体搅拌按现行行业标准《铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件》TB/T 3192 的有关规定执行；

2 浆体装入试样桶时不得振动或插捣；

3 高温施工时，浆液经时流动度除应满足本文件要求外，尚应满足施工要求；

4 冬季施工中，浆液经时流动度以室外检测结果为准。

D.2.2 耐水性试验应符合下列规定：

1 按 D.1.2 制备试件，6 个为一组；

2 试件在标准条件下养护 28d 后，取其中 3 个试件置于 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 水中浸泡 28d，试件用支架悬置，

不与池底和侧壁紧贴，试件上表面距水面不小于 30mm；

3 到龄期后，浸水的试件表面用拧干的湿毛巾擦干，并在 1h 内按 D.1.2 测试抗压强度，耐水性按下式计算：

$$L = \frac{P_1}{P} \times 100\%$$

式中：L ——耐水性，%；

P_1 ——28d 标准养护后 28d 浸水试件的抗压强度，MPa；

P ——28d 标准养护试件的抗压强度，MPa。

本文件用词说明

- 1 为便于在执行本文件条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 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”；
 - 2) 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”；
 - 3) 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”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的：采用“可”。
- 2 文件中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。