

# TJG

天津市公路工程建设标准

TJG/T F4013-2025

## 沥青路面裂缝高聚物注浆处治技术规范

Technical Specification of Polymer Grouting Treatment for Cracks in Asphalt Pavement

2025-08-18 发布

2025-09-17 实施

天津市交通运输委员会发布



天津市公路工程建设标准

# 沥青路面裂缝高聚物注浆处治技术规范

Technical Specification of Polymer Grouting Treatment for Cracks in Asphalt Pavement

**TJG/T F4013-2025**

主编单位：天津高速公路集团有限公司

参编单位：天津市交通科学研究院

江苏中路工程技术研究院有限公司

天津新展高速公路有限公司

天津天昂高速公路有限公司

天津中交津石高速公路建设发展有限公司

天津市高速公路养护有限公司

批准部门：天津市交通运输委员会

实施日期：2025年09月17日



## 前 言

根据天津市交通运输委员会《关于下达 2020 年天津市公路工程建设标准制修订计划（第一批）的通知（津交发〔2020〕162 号）》的要求，由天津高速公路集团有限公司承担《沥青路面裂缝高聚物注浆处治技术规范》（2020-G08）的制定工作。

编制组经广泛调研、开展专题研究，借鉴国内外先进科研成果，参考国内现行标准，并在广泛征求意见的基础上，完成了本规范的编制。

本规范分 7 章，主要技术内容包括 1 总则、2 术语、3 基本规定、4 裂缝调查、5 高聚物注浆材料技术要求、6 注浆作业、7 质量控制等。

本规范由金光来、高景广、罗春来、于涛起草第 1、2、3、4 章，商耀祥、黄桂东、蔡文龙、刘鹏、王罡、宋俊达、周凯、刘永江负责起草第 5 章，陈云浩、王德群、王文超、季玉华、吕晓明、杨鹏、王艳海、王双平负责起草第 6 章，赵泽平、曾庆伟、赵新坡、张帆、袁玉琴、刘路、张朝阳、张晓智、卜鸿凡负责起草第 7 章。

请各单位在使用过程中注意总结经验，及时将对本标准的意见和建议函告天津高速公路集团有限公司联系人：张朝阳（地址：天津市华苑产业园梓苑路 5 号，邮编：300000，电子邮箱：yyyhb@163.com），以便修订时研用。

主 编 单 位： 天津高速公路集团有限公司

参 编 单 位： 天津市交通科学研究院

江苏中路工程技术研究院有限公司

天津新展高速公路有限公司

天津天昂高速公路有限公司

天津中交津石高速公路建设发展有限公司

天津市高速公路养护有限公司

主 编： 商耀祥

主要参编人员： 黄桂东 金光来 高景广 罗春来 赵泽平 于 涛

陈云浩 王德群 曾庆伟 蔡文龙 刘 鹏 王 罡

王文超 宋俊达 季玉华 吕晓明 赵新坡 张 帆

周 凯 杨 鹏 刘永江 袁玉琴 王艳海 刘 路

张朝阳 张晓智 卜鸿凡 王双平

主 审：訾建峰

参加审查人员：李 仙 孙吉书 曾 伟 张海峰

## 目次

<b>1 总则</b> .....	<b>1 -</b>
<b>2 术语</b> .....	<b>2 -</b>
<b>3 基本规定</b> .....	<b>3 -</b>
<b>4 裂缝调查</b> .....	<b>4 -</b>
4.1 资料收集 .....	4 -
4.2 隐性病害检测 .....	4 -
4.3 平整性调查 .....	4 -
<b>5 高聚物注浆材料技术要求</b> .....	<b>6 -</b>
<b>6 注浆作业</b> .....	<b>8 -</b>
6.1 一般规定 .....	8 -
6.2 作业准备 .....	8 -
6.3 注浆作业 .....	9 -
<b>7 质量控制</b> .....	<b>12 -</b>
7.1 作业过程质量控制 .....	12 -
7.2 处治效果评定 .....	12 -
<b>附录 A 路表裂缝调查记录表</b> .....	<b>13 -</b>
<b>附录 B 裂缝雷达检测记录表</b> .....	<b>14 -</b>
<b>附录 C 钻孔检查记录表</b> .....	<b>15 -</b>
<b>附录 D 注浆记录表</b> .....	<b>16 -</b>
<b>附录 E 处治效果评定方法</b> .....	<b>17 -</b>
<b>本规程用词说明</b> .....	<b>20 -</b>

## 1 总则

**1.0.1** 为规范沥青路面裂缝高聚物注浆处治技术应用，保证施工质量，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于各等级公路沥青路面裂缝采用高聚物注浆处治。

**1.0.3** 沥青路面裂缝高聚物注浆处治除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 高聚物注浆材料 polymer grouting material

由复合多元醇、催化剂、匀泡剂、增韧剂和异氰酸酯等组成的高聚物合成材料。

### 2.0.2 密封套件 seal kit

由高硬度硅胶材料制作的用于封闭注浆孔的构件。

### 2.0.3 平整性差值 flatness

距裂缝中心左右两侧各 1m 位置的垂直高差。

### 3 基本规定

**3.0.1** 施工前应编制施工组织设计方案。

**3.0.2** 高聚物注浆材料应进行性能检测,符合本规范技术规定和设计要求后方可使用。

**3.0.3** 施工设备所用计量仪器应检定合格后方可使用。

**3.0.4** 施工作业应执行国家环境和生态保护、安全生产的相关规定。

## 4 裂缝调查

### 4.1 资料收集

**4.1.1** 作业前应收集路面基本情况，包括历年路面破损检测数据、路面中修和大修养护历史及路面结构层厚度。

**4.1.2** 现场调查应包括下列内容，并按附录 A 进行记录：

- 1 调查裂缝外观，记录裂缝类型、桩号、车道、方向、长度；
- 2 调查裂缝周边的支缝、沉陷、龟裂等病害。

### 4.2 隐性病害检测

**4.2.1** 应采用车载式探地雷达进行路面隐性病害调查，确定病害类型，包括结构松散、层间局部积水、层间结合不良和内部裂缝病害，并确定拟注浆的裂缝位置。

**4.2.2** 对拟注浆裂缝应采用手持式探地雷达进行内部状况探查，通过图像解释，确定病害位置和范围，并按附录 B 进行记录。

### 4.3 平整性调查

**4.3.1** 作业前应将作业区路面清扫干净，表面应无凸起物。

**4.3.2** 应按下列步骤逐缝调查裂缝平整性初始值：

1 每处横向裂缝宜检测 3 处，分别位于该裂缝的中间及左右两侧，左右两侧优先选择轮迹带处，应按图 4.3.2-1 的要求进行布置并标记，当裂缝小于 2m 时可检测 1 处；

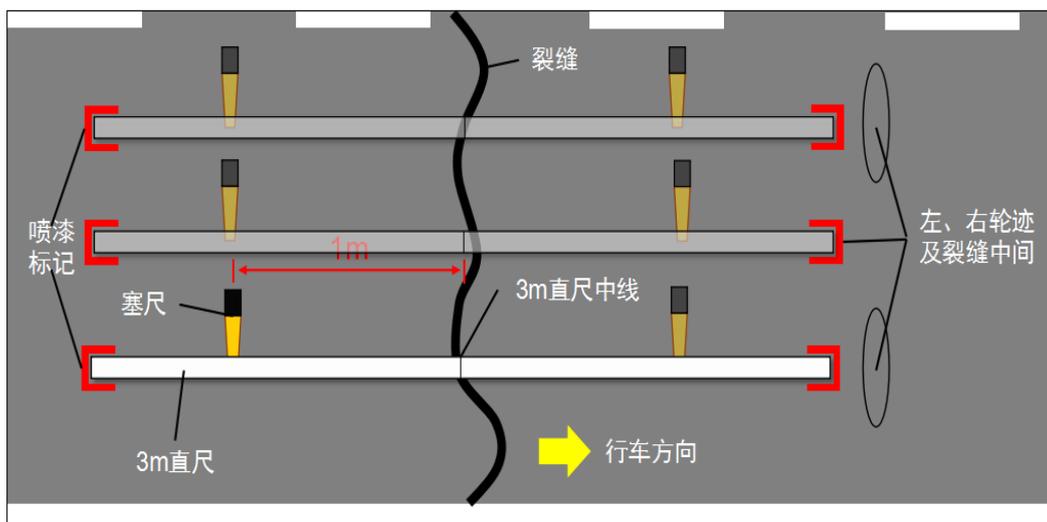


图 4.3.2-1 横向裂缝处平整性测量示意图

2 每处纵向裂缝的检测位置间隔按 1m 布置，三米直尺垂直行车方向，其中心置于裂缝之上，应按图 4.3.2-2 的要求进行布置并标记；

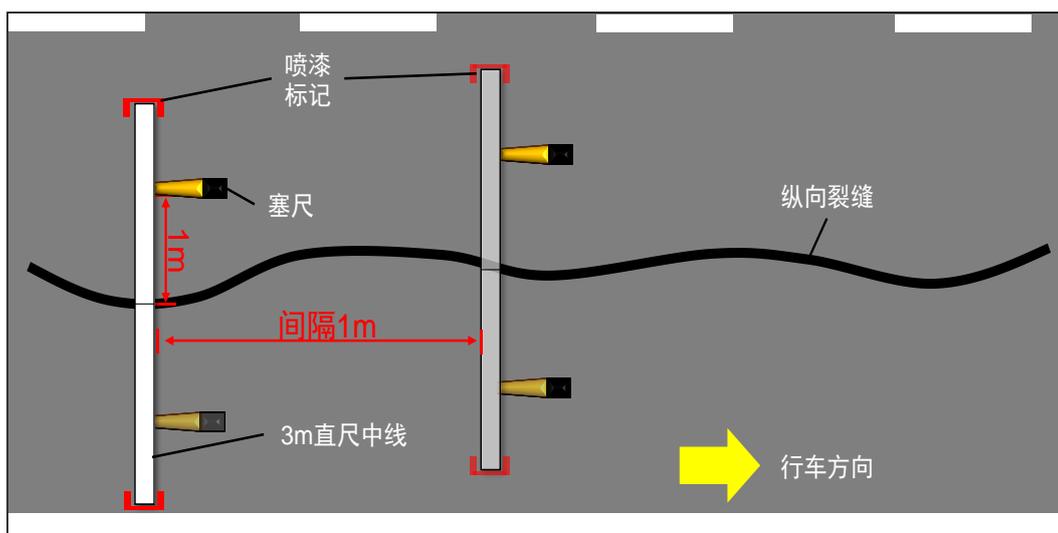


图 4.3.2-2 纵向裂缝处平整性测量示意图

3 量测采用塞尺法，在距三米直尺中心左右各 1m 处测量间隙高度，并按附录 A 进行记录。

## 5 高聚物注浆材料技术要求

**5.0.1** 高聚物注浆材料由A组分和B组分按体积比1:1组成。

**5.0.2** A组分一般为复合多元醇、催化剂、匀泡剂和增韧剂等混合物，其技术要求应符合表5.0.2的规定。

表 5.0.2 A 组分技术要求

项目	单位	技术要求	试验方法
外观	/	乳白色液体	目测
密度 (23℃)	g/cm <sup>3</sup>	1.20-1.50	GB/T 13354
粘度 (23℃)	mPa s	<5000	GB/T 2794

**5.0.3** B组分一般为异氰酸酯固化剂，其技术要求应符合表5.0.3的规定。

表 5.0.3 B 组分技术要求

项目	单位	技术要求	试验方法
外观	/	深褐色澄清液体	目测
密度 (23℃)	g/cm <sup>3</sup>	1.05-1.20	GB/T 13354
粘度 (23℃)	mPa s	<500	GB/T 2794

**5.0.4** 高聚物注浆材料技术要求应符合表5.0.4的规定。

表 5.0.4 高聚物注浆材料技术要求

序号	项目	单位	技术要求	试验方法
1	凝胶时间 (22℃) <sup>a</sup>	s	45-120	HG/T 4574
2	不粘时间 (22℃) <sup>b</sup>	s	50-180	HG/T 4574
3	膨胀倍率 <sup>c</sup>	倍	≤1.5	GB/T 6343
4	黏结强度 (23℃)	MPa	>1 (或水泥砂浆内聚破坏)	GB/T 16777
5	压缩强度	MPa	>3	GB/T 8813
6	最大拉伸应力	MPa	≥3	GB/T 9641
7	剪切强度	MPa	≥0.5	GB/T 10007

续表 5.0.4 高聚物注浆材料技术要求

序号	项目		单位	技术要求	试验方法
8	弯曲强度		MPa	≥0.2	GB/T 8812.2
9	低温弯折	酸处理	-	无裂纹	GB/T 16777
10		碱处理	-	无裂纹	GB/T 16777
11	重金属		-	符合标准卫生要求	GB/T 17219
<p><b>a</b> 从物料混合开始到用玻璃棒的一头或类似工具碰触泡沫表面能拉出长丝的时间，用秒（s）表示；高聚物注浆材料在不同作业温度下胶凝时间存在差异，高温环境中时间偏短，低温环境中时间偏长，为了有效保证注浆材料的反应状态，低温环境作业时凝胶时间（23℃）宜控制在 45s~70s，常温环境作业时宜控制在 70s~95s，高温环境作业时宜控制在 95s~120s。</p> <p><b>b</b> 不粘时间：从物料混合开始至用戴手套的手指或玻璃棒碰触泡沫表面而不粘的时间，单位为秒（s）。</p> <p><b>c</b> 膨胀倍率=固化后体积/固化前原料体积=固化前原料密度/固化后表观密度。</p>					

## 6 注浆作业

### 6.1 一般规定

6.1.1 作业面应清扫干净。

6.1.2 注浆作业不应在路面潮湿或者雨雪天气作业。

6.1.3 高聚物 A、B 组分材料贮存及运输应符合下列要求：

- 1 贮存容器不得混用；
- 2 贮存温度应保持在 50℃ 以下；
- 3 应贮存在清洁、干燥的容器中，置于阴凉处，避免阳光直射，隔绝火源；
- 4 运输过程中，应防止雨淋、日光曝晒。

6.1.4 作业过程中应远离火源。

### 6.2 作业准备

6.2.1 作业前应对注浆区域内进行管线调查。

6.2.2 作业前应制定交通组织方案，设置安全防护区，并符合现行《公路养护安全作业规程》（JTG-H30）的相关要求。

6.2.3 作业设备应进行检查调试，注浆设备应具有压力检测功能，确保计量准确和正常使用。

6.2.4 对 A、B 组分材料质量检测报告进行复核，并宜按批对合成材料进行抽检，其质量应符合表 5.0.2~表 5.0.4 的规定。

6.2.5 根据探地雷达检测结果，应选择有代表性的拟处治裂缝进行注浆试验，确定布孔间距、钻孔深度、密封深度、注浆压力等参数。

## 6.3 注浆作业

**6.3.1** 注浆作业包括布孔、钻孔、清孔、预埋密封套件、注浆、封孔稳压、路面清理等工序。

**6.3.2** 布孔应符合下列规定：

- 1 对拟处治裂缝采用手持式探地雷达探测基层裂缝的走向及深度，并标记；
- 2 沿标记顺着裂缝进行布孔，布孔位置应位于裂缝之上，注浆孔平面间距可根据注浆试验确定，宜为  $35\text{cm}\pm 5\text{cm}$ 。

**6.3.3** 钻孔及清孔应符合下列规定：

- 1 钻头直径宜为 2cm；
- 2 钻孔角度应垂直于路面；
- 3 钻孔深度应根据路面结构厚度、病害层位及试验段注浆效果确定；
- 4 按照“深浅交替”控制原则，浅孔应深入上基层不少于 2cm，深孔应深入裂缝所在结构层层底以下不少于 2cm，应按图 6.3.3 的规定布置；

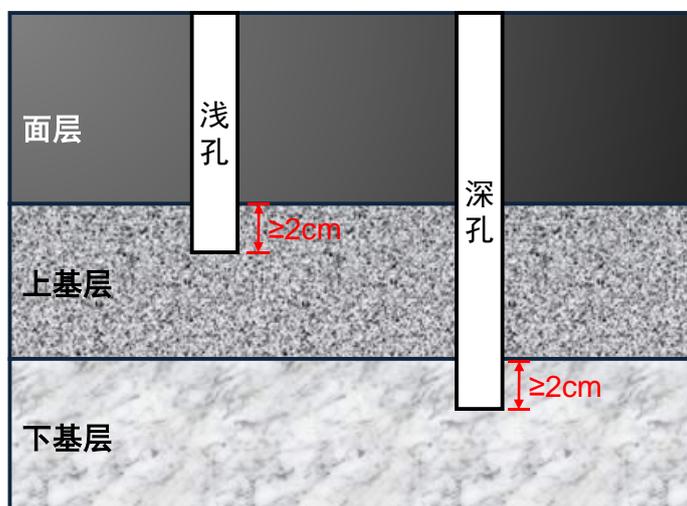


图 6.3.3 深浅交替钻孔示意图

- 5 钻孔过程中应及时吸除孔内及表面灰尘，成孔后应再次清孔。

**6.3.4** 密封套件埋设应符合下列规定：

- 1 浅孔密封套件宜埋设至沥青下面层中部；深孔密封套件宜埋设至上基层顶部；
- 2 密封套件尺寸应与钻孔直径相匹配；

3 密封套件埋设后应保证其完好无损，否则应对该孔位重新钻孔后再次埋设。

### 6.3.5 注浆作业应符合下列规定：

- 1 注浆应按照路面标高由低向高的顺序依次推进；
- 2 将注浆针头插入并穿过密封套件后打开阀门开始注浆；
- 3 注浆压力可根据试验确定，宜为 0.3MPa~0.5MPa；
- 4 采用间隔两个孔位的方式隔孔注浆，待注浆固化后，再对剩余的两个跳孔进行注浆。

### 6.3.6 当出现以下现象之一时应立即停止注浆：

- 1 注浆作业中，将三米直尺垂直于裂缝放置于正在注浆的孔位附近，三米直尺中心与注浆孔对齐，塞尺测量位置距三米直尺中心 1m 处，应按图 6.3.6 的规定布置。间隙变化大于等于 3mm；
- 2 路面出现拱起迹象；
- 3 密封套件弹起；
- 4 裂缝变宽、出现新的微裂纹；
- 5 注浆压力超过设定压力；
- 6 出现邻孔溢浆、裂缝溢浆、注浆孔溢浆；

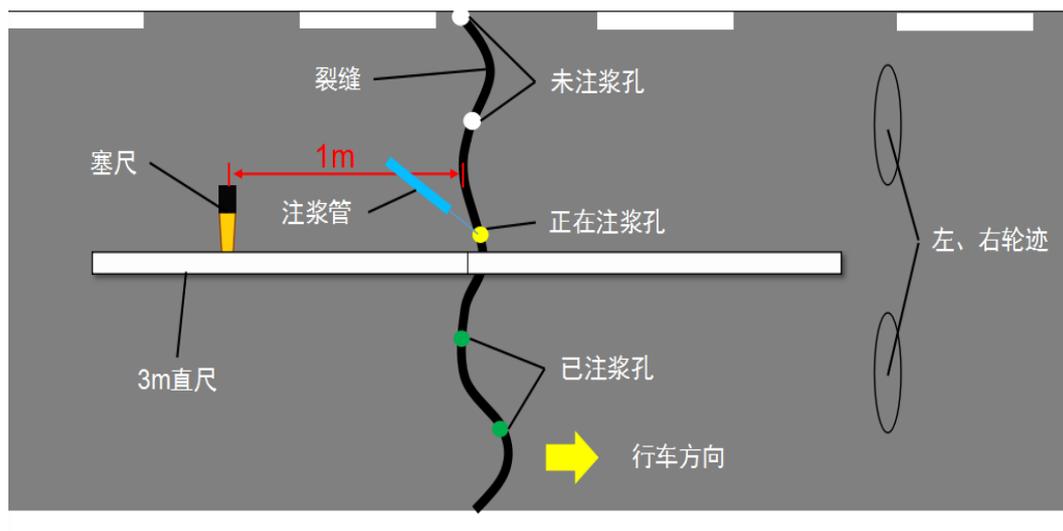


图 6.3.6 三米直尺监测塞尺间隙示意图

7 注浆完成后拔出注浆针头，采用楔形软木塞封孔，3~5min 后拔出软木塞。

### 6.3.7 作业面清理应符合下列规定：

- 1 及时清除路表溢出的注浆材料；
- 2 采用冷补料修补注浆孔洞。

**6.3.8** 注浆完成 30min 后方可开放交通。

## 7 质量控制

### 7.1 作业过程质量控制

7.1.1 高聚物注浆处治沥青路面裂缝质量检验应符合表 7.1.1 的要求。

表 7.1.1 实测项目检测要求

序号	检测项目	规定值或允许偏差	检测频率	检测方法
1	钻孔位置偏差 (cm)	±5	抽检 20%	钢卷尺测量
2	钻孔深度偏差 (cm)	+5	抽检 20%	钢卷尺测量
3	密封套件埋设深度 (cm)	满足设计要求	抽检 20%	钢卷尺测量
4	注浆压力 (MPa)	现场控制注浆压力±0.1	抽检 20%	观察压力表

7.1.2 注浆压力、位置及时间应安排专人旁站，并按附录 C 和附录 D 进行记录。

7.1.3 注浆养生后采用探地雷达进行逐缝检测，通过图像解析确认注浆效果。

### 7.2 处治效果评定

7.2.1 芯样修复合格率、基层抗压强度恢复合格率及平整性差值合格率应按附录 E 的方法进行评定。

7.2.2 处治效果评定应符合表 7.2.2 的要求。

表 7.2.2 处治效果评定要求

序号	检测项目	规定值或允许偏差	检测频率	评定方法
1	芯样修复合格率 (%)	≥80	每 1km 裂缝长度作为一个评定单元，每 200m 裂缝长度取 1 个芯样	附录 E.1
2	基层抗压强度恢复合格率 (%)	≥70	每 1km 裂缝长度作为一个评定单元，每 200m 裂缝长度取 1 个芯样	附录 E.2
3	平整性差值合格率 (%)	100	每 1km 裂缝长度作为一个评定单元，逐缝检测	附录 E.3

## 附录 A 路表裂缝调查记录表

表 A 路表裂缝调查记录表

公路名称:

处治路段:

时间:

序号	桩号	路线方向	裂缝类型	裂缝长度(m)	车道	是否存在次生病害	注浆前平整性(mm)		注浆后平整性(mm)		差值 H(mm)		是否为起拱(是/否)	备注
							点位 1	点位 2	点位 1	点位 2	点位 1	点位 2		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

注: 当  $H > 5$  时, 应判定该条裂缝出现起拱现象。

检测人员:

## 附录 B 裂缝雷达检测记录表

表 B 裂缝雷达检测记录表

公路名称:

处治路段:

检测设备型号:

时间:

序号	桩号	路线方向	车道	注浆前雷达检测图像	裂缝发展层位	注浆后雷达检测图像	面层是否起拱及起拱层位
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

检测人员:

## 附录 C 钻孔检查记录表

表 C 钻孔检查记录表

公路名称:

处治路段:

时间:

裂缝序号	钻孔数量	抽查项目	钻孔序号										
1		位置偏差 (cm)											
		深度偏差 (cm)											
		密封套件埋设深度 (cm)											
2		位置偏差 (cm)											
		深度偏差 (cm)											
		密封套件埋设深度 (cm)											
3		位置偏差 (cm)											
		深度偏差 (cm)											
		密封套件埋设深度 (cm)											
4		位置偏差 (cm)											
		深度偏差 (cm)											
		密封套件埋设深度 (cm)											
5		位置偏差 (cm)											
		深度偏差 (cm)											
		密封套件埋设深度 (cm)											
6		位置偏差 (cm)											
		深度偏差 (cm)											
		密封套件埋设深度 (cm)											
7		位置偏差 (cm)											
		深度偏差 (cm)											
		密封套件埋设深度 (cm)											

注: 注浆孔序号规则: 顺着行车方向, 从左往右依次编号。

记录人员:

## 附录 D 注浆记录表

表 D 注浆记录表

公路名称:

处治路段:

时间:

序号	桩号	方向	车道	压力 (MPa)	注浆时间 (s)														
					孔位编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计	平均
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

注：注浆孔序号规则：顺着行车方向，从左往右依次编号。

记录人员:

## 附录 E 处治效果评定方法

### E.1 芯样修复合格率

E.1.1 按现行《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450)中 T 0902、T 0903 规定的方法进行选点及取芯。

E.1.2 取芯检测频率不得少于每 200m 裂缝长度取 1 个芯样。

E.1.3 取芯过程中宜选用 150mm 的钻头。

E.1.4 取芯位置应为两个注浆孔中间，应取出注浆范围的所有层位。

E.1.5 芯样观察并记录：取芯位置、裂缝层位、注浆材料填充情况及影像记录，分别测量芯样表面裂缝总长度和裂缝处注浆材料填充总长度。

E.1.6 芯样裂缝处注浆材料填充总长度占芯样表面裂缝总长度的 80%及以上判定为单个芯样合格。

E.1.7 芯样修复合格率应按式 (E.1.1) 进行计算：

$$P_{\text{芯样修复}} = \frac{N_{\text{合格}}}{N_{\text{总}}} \times 100\% \quad (\text{E.1.1})$$

式中： $P_{\text{芯样修复}}$ ——芯样修复合格率 (%)；

$N_{\text{合格}}$ ——芯样合格数量；

$N_{\text{总}}$ ——芯样总数量。

### E.2 基层抗压强度恢复合格率

E.2.1 按现行《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTGE3441)中 T 0805 规定的方法对在裂缝注浆处所取芯样进行抗压强度试验。

E.2.2 抗压强度试验检测频率不得少于每 200m 裂缝长度取 1 个芯样。

E.2.3 在裂缝附近路面完好处至少取 1 个芯样。

E.2.4 基层抗压强度恢复率为裂缝注浆处芯样基层抗压强度与路面完好处芯样基层抗压强度的比值。当基层抗压强度恢复率小于 70%但实测基层抗压强度大于基层强度设计值时，也视为满足要求。

E.2.5 基层抗压强度恢复合格率应按式 (E.2.1) 进行计算：

$$P_{\text{基层抗压强度恢复}} = \frac{M_{\text{合格}}}{M_{\text{总}}} \times 100\% \quad (\text{E.2.1})$$

式中： $P_{\text{基层抗压强度恢复}}$ ——基层抗压强度恢复合格率（%）；

$M_{\text{合格}}$ ——裂缝注浆处基层抗压强度芯样合格数量；

$M_{\text{总}}$ ——裂缝注浆处基层抗压强度芯样总数量。

### E.3 平整性差值合格率

E.3.1 计算同一点位的裂缝注浆前后的平整性差值 $\Delta H$ ，按式 (E.3.1) 进行计算。

$$\Delta H = h_2 - h_1 \quad (\text{E.3.1})$$

式中： $\Delta H$ ——平整性差值（mm）；

$h_1$ ——注浆前的平整性初始值（mm）；

$h_2$ ——注浆后的平整性实测值（mm）。

E.3.2 单个测点平整性差值  $\Delta H \leq 5\text{mm}$  时，判定为合格，否则为不合格。

E.3.3 平整性差值合格率应按式 (E.3.2) 进行计算：

$$P_{\text{平整性差值}} = \frac{S_{\text{合格}}}{S_{\text{总}}} \times 100\% \quad (\text{E.3.2})$$

式中： $P_{\text{平整性差值}}$ ——平整性差值合格率（%）；

$S_{合格}$ ——平整性差值测点合格数量；

$S_{总}$ ——平整性差值测点总数量。

## 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:

- 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”。
- 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”。
- 5 规程中指定应按其他有关标准、规范执行时,写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。