

ICS 91.080.40

CCS P 25

T 团 体 规 程

T/TMAC ×××—202X

高性能灌浆材料技术规程

Technical specification for high-performance grouting materials

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人均可提出制修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本文件著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217 室。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前言.....II

引言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总则.....2

5 原材料与设计..... 2

 5.1 原材料..... 2

 5.2 种类设计..... 3

 5.3 性能设计要求..... 3

 5.4 收缩膨胀控制设计..... 4

 5.5 预制件的高韧性灌浆材料设计..... 4

6 制备技术与试验方法..... 4

 6.1 制备技术..... 4

 6.2 试验方法..... 4

7 材料出场..... 5

 7.1 出场检验..... 5

 7.2 出场要求..... 5

8 施工.....6

9 灌注施工质量检验..... 6

 9.1 一般规定..... 6

 9.2 检验内容..... 6

 9.3 报检项目..... 7

参考文献.....8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《规程化工作导则 第 1 部分：规程化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材料科技有限公司提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材料科技有限公司、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX。

引 言

水泥基灌浆材料是土木工程的重要材料。自主开发的水泥基高性能灌浆材料，流动性能好、收缩膨胀可控、强度等级高、锚固能力强、耐久性可靠，是土木工程工业化建造、高质量发展的重要基础材料。已有的科技成果转化应用表明，社会经济效益显著。为加强科技成果产业化生产、规程化引领，特提出此规程。

本规程提出了范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、原材料与设计、制备技术与试验方法、材料出场、施工、灌注施工质量检验等内容，用于规范和指导高性能灌浆材料的市场化应用。

本规程主要应用范围包括公路、铁路、市政、水利、建筑等桥梁工程、隧道工程、路基工程、基础工程、地下工程、边坡处治工程等。

高性能灌浆材料技术规程

1 范围

本规程规定了高性能灌浆材料的原材料与设计、制备技术与试验方法、材料出场、施工、灌注施工质量检验等内容。

本规程适用于高性能灌浆材料设计、施工与质量检查验收。

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 175 通用硅酸盐水泥
GB/T 191 包装储运图示标志
GB/T 12573 水泥取样方法
GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法规程
GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法规程
GB 50367 混凝土结构加固设计规范
GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范
GB 50666 混凝土结构工程施工规范
GB 51004 建筑地基基础工程施工规范
CJJ 37 城市道路设计规范
DL/T5128 混凝土面板堆石坝施工规范
JC/T 986 水泥基灌浆材料
JGJ/T 238 混凝土基层喷浆处理技术规程
JTG B01 公路工程技术规程
JTG/T 3310 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范
SCG F51 桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南
TB/T 3192 铁道后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高性能灌浆材料 high-performance grouting material

以水泥为基本材料，与高品质再生集料、多功能掺合料与复合外加剂等辅助材料，在工厂按设计比例计量混合而成，在施工现场按规定比例加水拌和后，具有流动度大、收缩膨胀量可设计、最大粒径与灌注空间匹配度高等性能的干混材料。

注：高性能灌浆材料具有流动度好、收缩与膨胀量可设计、强度满足A20～A100的要求、最大粒径符合0.075mm～26.5mm，耐久性能可靠等特点。

3.2

高品质再生集料 high-quality recycled aggregate

通过再生集料工业化整形、助磨激活等工艺，将再生集料制造成为筒压强度、压碎值、针片状、颗粒握裹力、磨光值等指标等于或高于石英砂、玄武岩碎石及玄武岩砂指标的集料，且制备的水泥或沥青混凝土、砂浆强度指标更高。

注：高品质再生细集料与玄武岩砂比较，压碎值降低10%、针片状减少4%；高品质再生粗集料与玄武岩碎石

T/TMAC XXX—202X

比较, 针片状减少 1%, 磨光值提升 40%, 取代玄武岩集料制备混凝土性能更优; 高品质再生细集料与石英砂比较, 压碎值指标、针片状含量相当, 取代石英砂制作超高性能混凝土 (UHPC)、高韧性混凝土性能更优; 采用工业废渣制作成的高品质再生集料, 保护环境、减少土地资源占用。

3.3

收缩膨胀量可设计 contraction and expansion can be designed

根据灌注构件和部位的不同要求, 结合干混材料性能和环境的不同条件, 定制化设计高性能灌浆材料收缩与膨胀量值。

3.4

灌注空间最大粒径匹配度 maximum particle size matching in perfusion space

根据灌注部位空间、灌注设备功效、灌注环境条件及成本控制原则, 匹配设计高性能灌浆材料的最大粒径。

3.5

截锥流动度 truncated cone fluidity

将搅拌好的高性能灌浆材料倒入标准的水泥跳桌截锥试模, 提起后, 在重力作用下自由流动直至停止, 最大扩散直径与其垂直方向的直径的算术平均值。

3.6

流锥流动度 flow cone fluidity

高性能灌浆材料浆体自由流出经过校准的标准流锥所用的时间。

4 总则

4.1 为规范高性能灌浆材料的原材料选用、设计制备、质量检验、施工灌注和工程验收, 使建设工程满足安全可靠、适用耐久、经济合理要求, 制定本规程。

4.2 高性能灌浆材料耐久使用年限应与主体结构一致。

4.3 高性能灌浆材料生产与应用, 不应对人体、生物与环境造成有害的影响, 涉及安全与环保要求, 应符合相关国家规范与规程要求。

4.4 高性能灌浆材料原材料选用、设计制备、质量检验、施工灌注和工程验收等, 除应符合本规程的规定外, 尚应符合国家和行业现行有关规程的规定。

5 原材料与设计

5.1 原材料

5.1.1 选用的普通硅酸盐水泥应符合下列要求:

- a) 水泥中铝酸三钙 (C_3A) 含量一般不宜超过 8%;
- b) 水泥细度 (比表面积) 不宜超过 $350 \text{ m}^2/\text{kg}$;
- c) 游离氧化钙不得超过 1.5%;
- d) 氯离子含量不得超过水泥质量的 0.06%;
- e) 水泥含碱量不宜超过水泥质量的 0.6%。

5.1.2 当高性能灌浆材料有早期强度要求时, 可选择低碱度硫铝酸盐水泥。

5.1.3 集料宜选用高品质再生集料, 也可选择高品质再生集料与工业成品集料及天然集料的混合物。

5.1.4 集料性能应符合下列要求:

- a) 最大粒径选择应符合 0.075mm、0.15mm、0.3mm、0.6mm、1.18mm、2.36mm、4.75mm、9.5mm、16.0mm、19.0mm、26.5mm 的要求;
- b) 集料应颗粒坚硬、滚圆、吸水率低;
- c) 集料的细度模数值浮动宜 ≤ 0.2 , 需水比浮动宜 $\leq 2\%$ 。

5.1.5 复合外加剂的组份设计, 应满足高性能灌浆材料减水、膨胀、填充、流动、缓凝等功能要求。减水率应 $> 25\%$, 制备的高性能灌浆材料拌和物含气量应 $< 2.5\%$ 。

5.1.6 制备的高性能灌浆材料总碱含量不应超过 3.0 kg/m^3 。

5.2 种类设计

5.2.1 按流动度分 4 类：I 类、II 类、III 类、IV 类。

5.2.2 按抗压强度等级分 8 类：A20、A30、A40、A50、A60、A70、A85、A100。

5.2.3 按集料最大粒径分 11 类：0.075mm、0.15mm、0.3mm、0.6mm、1.18mm、2.36mm、4.75mm、9.5mm、16.0mm、19.0mm、26.5mm。

5.3 性能设计要求

5.3.1 高性能灌浆材料强度和弹性模量 E_c 应按表 1 采用。

表 1 高性能灌浆料强度和弹性模量

单位为 MPa

混凝土强度等级		A20	A30	A40	A50	A60	A70	A85	A100
抗压强度	1d	≥ 5	≥ 8	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 25	≥ 35	≥ 38
	3d	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 30	≥ 40	≥ 45	≥ 60	≥ 65
	28d	≥ 20	≥ 30	≥ 40	≥ 50	≥ 60	≥ 70	≥ 85	≥ 100
弹性模量 E_c ($\times 10^4$)		≥ 2.2		≥ 2.5		≥ 2.8		≥ 3.0	

5.3.2 高性能灌浆材料主要性能应符合表 2 所示的规定。

表 2 高性能灌浆材料主要性能指标表

类别		I	II	III	IV
最大集料粒径 mm		≤4.75			>4.75 且 ≤26.5
截锥流动度 (mm)	初始值	-	≥340	≥290	≥650 ^a
	30min	-	≥310	≥260	≥550 ^a
流锥流动度 (s)	初始值	≤35	-	-	-
	30min	≤50	-	-	-
竖向膨胀率 (%)	3h	0.1~3.5			
	24h 与 3h 的膨胀 值差	0.02~0.50			
氯离子含量 (%)		<0.1			
泌水率 (%)		0			
^a 表示坍落度扩展度数值。					

5.3.3 用于预应力孔道、装配式构件的连接套筒、贯穿性裂缝的高性能灌浆材料性能应符合表 3 的规定。

表 3 预应力孔道、装配式构件的连接套筒、贯穿性裂缝高性能灌浆材料性能指标

序号	项目		指标
1	凝结时间 (h)	初凝	≥ 4
		终凝	≤ 24
2	流锥流动度 (s)	初始	10~18
		30min	12~20

表 3（续）

序号	项目		指标
3	泌水率（%）	24h 自由泌水率（%）	0
		压力泌水率（%），0.22MPa	≤1
		压力泌水率（%），0.36MPa	≤2
4	24h 自由膨胀率（%）		0~3
5	充盈度		合格
6	氯离子含量（%）		≤0.06

5.3.4 用于冬期施工的高性能灌浆材料性能应符合表 4 的规定。

表 4 用于冬期施工的高性能灌浆材料主要性能指标表

规定温度 （℃）	抗压强度比（%）		
	R ₇	R ₇₊₂₈	R ₇₊₅₆
-5	≥20	≥80	≥90
-10	≥12		

5.4 收缩膨胀控制设计

高性能灌浆材料 28d 收缩膨胀设计原则应符合公式（1）要求：

$$\delta_{\Delta}+(\delta v+\delta c)\leq r \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- r——28d 收缩膨胀的设计规定限值，%；
- δ_Δ——高性能灌浆料设计膨胀量值，%；
- δv——集料骨架收缩设计量值，%；
- δc——浆体材料收缩设计量值，%。

5.5 预制件的高韧性灌浆材料设计

- 5.5.1 基于高性能灌浆材料，进行物理、化学改性，可提高高性能灌浆材料的韧性，用于制造高韧性预制件。
- 5.5.2 高韧性灌浆材料仅用截锥流动度评价，截锥流动度宜≥260mm，初凝时间宜≥30min。
- 5.5.3 高韧性灌浆材料的韧性应满足 T8 的要求。

6 制备技术与试验方法

6.1 制备技术

- 6.1.1 生产高性能灌浆材料采用的水泥、高品质再生集料、多功能掺合料、复合外加剂等技术要求，应满足本规程的相关规定。
- 6.1.2 高品质再生集料烘干，冷却至常温时的含水率≤0.2%，干料拌合时间应满足均匀性的目标要求。
- 6.1.3 水泥、高品质再生集料和多功能掺合料称量精度应满足±1.0%的要求，复合外加剂的称量精度应满足±0.1%的要求。

6.2 试验方法

- 6.2.1 试验温度应为（20±2）℃、相对湿度≥50%，养护温度应为（20±1）℃、相对湿度≥90%、

养护水温度应为 $(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.2 高性能灌浆材料搅拌应满足下列要求：

- I、II、III类高性能灌浆材料采用胶砂搅拌机进行搅拌，用水量按照商标推荐的最大水料比进行，搅拌时间从加水开始计算 $\geq 240\text{s}$ ；
- IV类高性能灌浆材料采用强制式混凝土搅拌机进行搅拌，用水量按照商标推荐的最大水料比进行，搅拌时间从加水开始计算 $\geq 150\text{s}$ ；
- 预应力孔道、装配式构件的连接套筒、贯穿性裂缝的高性能灌浆材料采用高速搅拌机进行搅拌，用水量按照商标推荐的最大水料比进行，搅拌时间从加水开始计算 $\geq 240\text{s}$ 。

6.2.3 高品质再生集料筛余量应满足下列要求：

- I、II、III类高性能灌浆材料称取试样 500g ，称取精度为 $\pm 1\text{g}$ ，将试样倒入 4.75mm 的筛中，手筛至每分钟通过量小于试样重量的 0.1% 。
- IV类高性能灌浆材料称取试样 2000g ，称取精度为 $\pm 1\text{g}$ ，将试样倒入 26.5mm 和 4.75mm 的筛中，手筛至每分钟通过量小于试样重量的 0.1% 。
- 高性能灌浆材料试样筛余百分数按照 $F = \frac{R}{W} \times 100\%$ 计算，其中， F 为高性能灌浆材料试样筛余百分数（%）， R 为高性能灌浆材料筛余重量（g）， W 为高性能灌浆材料试样重量（g）。

6.2.4 高性能灌浆材料拌合均匀后，流锥流动度应满足下列要求：

- 流锥流动度测试仪的尺寸应符合现行行业规程TB/T 3192的规定；
- 流动锥的校验： $1725\text{mL} \pm 5\text{mL}$ 水流出的时间应为 $8.0\text{s} \pm 0.2\text{s}$ ；
- 测定时，应将漏斗调整水平，封闭底口，将搅拌均匀的浆体均匀倾入漏斗内，直至表面触及点测规下端（ $1725\text{mL} \pm 5\text{mL}$ ，浆体）。开启底口，使浆体自由流出，并应记录浆体全部流出时间（s）。

6.2.5 高性能灌浆材料拌合均匀后，截锥流动度应满足下列要求：

- 将拌合料倒入截锥圆模，浆体与截锥圆模上口齐平，缓缓提起截锥圆模，浆体在无扰动作用下自由流动直至停止；
- 测量浆体最大扩散直径和与其垂直方向直径，其算术平均值为截锥流动度，搅拌和测量时间不能超过 6min ；
- 初始截锥流动度测量完毕后 30min ，重新搅拌 240s ，测量 30min 截锥流动度的保留值。

6.2.6 高性能灌浆材料的坍落扩展度、泌水率、抗压强度、收缩膨胀率和钢筋锈蚀作用等项目试验方法，应参照相关国家、行业和团体规程执行。

7 材料出场

7.1 出场检验

7.1.1 出场检验应包括细度、流动度、坍落扩展度、抗压强度、泌水率、收缩膨胀率等项目。

7.1.2 型式检验应满足下列要求：

- 新产品与老产品转场生产的试制定型鉴定；
- 正式投产后材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 正式投产后每季度至少进行一次检验；
- 生产产品停产 ≥ 3 个月恢复生产时；
- 出场检验结果与上次出场检验结果有较大差异时；
- 国家和政府主管机构提出进行型式试验要求时。

7.1.3 同类产品 $\leq 200\text{t}$ 计为一批，不足 200t 的应按一个检验批计，每一检验批应为一个取样单位。每批产品按照GB/T12573的规定进行取样，I类、II类、III类产品取样 $\geq 40\text{Kg}$ ，IV类产品取样 $\geq 80\text{Kg}$ 。

7.1.4 出场检验项目每项检验结果均符合本规程要求时，判定为合格，否则判定为不合格；型式检验项目每项检验结果均符合本规程要求时，判定为合格，否则判定为不合格。

7.2 出场要求

7.2.1 高性能灌浆材料宜袋装，袋装重量可以根据用户需求确定，袋装产品净质量不应小于标

识质量的 99%；20 袋袋装总重量不应小于标识质量的 100%。

7.2.2 袋装标识应符合 GB/T191 规定，包装袋上清楚标明下列内容：

- a) 产品名称与型号、检验依据标准、生产日期、出场日期、净质量、生产企业、联系方式；
- b) 产品类别、用水量、流动度的初始值和 30min 保留值等技术要求；
- c) 出场检验和型式检验证明、检验部门印章、检验人员签字（或代号）、产品合格证；
- d) 当用户需要时，生产企业应在产品发出之日起 7d 内补发 3d 抗压强度值、32d 内补发 28d 抗压强度值。

7.2.3 生产企业应提供产品说明书，产品说明书里应有推荐的水料比、性能要求及施工使用说明等相关内容。

7.2.4 产品在运输和储存时，不得受潮和混入杂物，不同类型产品不得混杂。产品自生产日期起计算，在符合规程的包装、运输、储存的条件下储存期为 90d，过期应重新进行全部项目检验。

7.2.5 产品标记应按产品名称、类别、粒径、产品编号进行标识。示例，Ⅰ类、A85、0.3mm、2024 年生产的高性能灌浆材料，Ⅰ-A85-0.3-TMAC-2024。

7.2.6 产品宜采用自动化拌和、出料、包装与装运的工艺流程。

7.2.7 产品生产过程中应做好检验资料的记录和管理，应实现产品可追溯的目标要求。

8 施工

8.1 高性能灌浆料原材料应充分拌合，拌合时间宜根据拌合设备的拌合能力确定。

8.2 高性能灌浆材料的拌合、浇注应连续生产完成。

8.3 预应力孔道、装配式构件的连接套筒、贯穿性裂缝等灌浆应符合现行国家规程《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

8.4 正式灌浆前宜选择有代表性的孔道、裂缝进行灌浆试验。

8.5 贯穿性裂缝宜采用压力灌注施工，灌注压力大小根据试验确定。

8.6 应用于敞开式浇注结构的高性能灌浆料，应满足下列要求：

- a) 浇注后 10 分钟内，应立即覆盖全密闭的厚型塑料薄膜；
- b) 环境温度不宜 $<5^{\circ}\text{C}$ ，养护龄期应 $>3\text{d}$ 。

8.7 采用高性能灌浆料灌注特殊构件时，应制订专门的灌注工艺和试验方案，经验证后形成灌注工艺技术指南，指导施工。

9 灌注施工质量检验

9.1 一般规定

9.1.1 本规程适用于高性能灌浆材料。在施工、质量管理和工程质量检验评定中，除应符合本规程外，尚应符合国家和行业现行有关规程的规定。

9.1.2 根据建设任务、施工管理和质量检验评定需要，应在施工准备阶段根据要求，将建设项目划分为单位工程、分部工程、分项工程。

9.2 检验内容

9.2.1 高性能灌浆材料灌注施工质量检验应符合表 5 的要求。

表 5 灌注施工质量检验要求

序号	检验项目		规定值或允许偏差	检验方法	备注
1	工作性能	初始截锥流动度	满足本规程或设计要求		
2		初始流锥流动度			
3		30min 截锥流动度			
4		30min 流锥流动度			

表 5（续）

序号	检验项目		规定值或 允许偏差	检验方法	备注
5		初始扩展度			
6		30min 扩展度			
7		压力泌水			
8		初凝时间			
9		终凝时间			
10		充盈度			
11		氯离子含量			
12	力学性能	1d 抗压强度	满足本规程或设计 要求		
13		3d 抗压强度			
14		28d 抗压强度			
15		弹性模量 E_c			
16	收缩膨胀量值	3h 膨胀率	满足本规程或设计 要求		
17		24h 膨胀率			
18		28d 收缩膨胀量			
19	其他	产品净质量	满足本规程或设计 要求		
20		包装验收			
21		锚固试验			

注：高韧性灌浆料检验指标参照《高韧性预制混凝土薄构件技术规程》相关规定执行。

9.3 报检项目

9.3.1 高性能灌浆材料验收时应按本规程及国家、行业检验评定规程的要求提交表 6 所列文件。

表 6 高性能灌浆材料验收项目文件表

编号	文件名称
1	设计及变更文件
2	高性能灌浆材料工作性能
3	高性能灌浆材料力学性能
4	高性能灌浆材料收缩膨胀量值
5	高性能灌浆材料包装外观检验报告
6	高性能灌浆材料施工过程检验报告

9.3.2 高性能灌浆材料验收时应提交交工和竣工专项验收报告。

参 考 文 献

- [1]GB 50010-2010 混凝土结构设计规范
 - [2]GB 50108-2008 地下工程防水技术规范
 - [3]GB50763-2012 无障碍设计规范
 - [4]GB/T 50805-2012 城市防洪工程设计规范
 - [5]CJJ 11-2011 城市桥梁设计规范
 - [6]CJJ 37-2012 城市道路设计规范
 - [7]CJJ 69-95 城市人行天桥与人行地道技术规范
 - [8]CJJ 193-2012 城市道路路线设计规范
 - [9]CJJ 221-2015 城市地下道路工程设计规范
 - [10]JTG B01—2014 公路工程技术规程
 - [11]TG/T BO7-01-2006 公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范
 - [12]JTG D60—2015 公路桥涵设计通用规范
 - [13]JTG D63-2007 公路桥涵地基与基础设计规范
 - [14]JTG D81—2017 公路交通安全设施设计规范
 - [15]JTG/T F50—2011 公路桥涵施工技术规范
 - [16]JG/T 472-2015 钢纤维混凝土
 - [17]JTGT 3310-2019 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
 - [18]SCG F51—2010 桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南
 - [19]DB51/T 1995-2015 机制砂桥梁高性能混凝土技术规程
 - [20]DB51/T 1995 机制砂桥梁高性能混凝土技术规程
 - [21]CECS 38:2004 纤维混凝土结构技术规程
-