

中华人民共和国水利行业标准

SL/T 807—2021

**水工建筑物环氧树脂灌浆
材料技术规范**

**Guidelines for applications of epoxy resin
grouts in hydraulic structures**

2021 - 07 - 01 发布

2021 - 10 - 01 实施

中华人民共和国水利部 发布

1 总 则

1.0.1 为规范水工建筑物环氧树脂灌浆材料的技术要求、应用设计、施工和质量检查，保障工程质量和安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水工建筑物地基处理和混凝土缺陷修复灌浆中应用环氧树脂灌浆材料的设计、施工及质量检查。

1.0.3 从事环氧树脂灌浆材料应用的有关人员，应接受专业技术、职业健康、生态环境保护和安全等方面的培训。

1.0.4 本标准主要引用下列标准：

GB 15193.3 食品安全国家标准 急性经口毒性试验

GB/T 29510 个体防护装备配备基本要求

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GB 50720 建设工程施工现场消防安全技术规范

DL/T 5406—2010 水工建筑物化学灌浆施工规范

JC 1066 建筑防水涂料中有害物质限量

1.0.5 水工建筑物环氧树脂灌浆材料的应用除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 环氧树脂 epoxy resin

含有两个或两个以上环氧基，以脂肪族、脂环族或芳香族等有机化合物为骨架并能通过环氧基团反应形成热固性产物的高分子低聚物。水工建筑物常用的环氧树脂是指由环氧氯丙烷与双酚A缩聚而成的含有两个环氧基团的低聚物。

2.0.2 环氧树脂灌浆材料 epoxy resin grouts

用于灌浆中以环氧树脂为主剂加入固化剂、稀释剂和增韧剂等助剂形成的双组分材料。

2.0.3 浆液双组分 two components of epoxy resin serosity

包括主剂组分和固化剂组分。其中主剂组分是以环氧树脂、稀释剂和增韧剂等组成的混合液，固化剂组分是以固化剂、表面活性剂、偶联剂等组成的混合液。

2.0.4 浆液性能 properties of epoxy resin serosity

环氧树脂灌浆材料浆液的密度、黏度、可操作时间和接触角等。

2.0.5 黏度 initial viscosity

衡量浆液流动时内摩擦力的物理量，即浆液对流动所表现的阻力。

2.0.6 可操作时间 operable time

从环氧树脂灌浆材料浆液双组分混合起开始计时，当浆液黏度达到 $200\text{mPa} \cdot \text{s}$ 或不再适合灌浆的黏度所经历的时间。

2.0.7 接触角 contact angle

环氧树脂灌浆材料浆液在固体表面形成液滴并达到平衡时，在气、液、固三相交点处做气液界面的切线，该切线与固液界面之间的夹角。

2.0.8 固化物 cured product

环氧树脂灌浆材料主剂组分和固化剂组分混合后，逐步发生聚合反应，最终固化所形成的固体物质。

2.0.9 固化物物理力学性能 physical and mechanical properties of cured product

环氧树脂灌浆材料浆液固化物的抗渗性能以及抗压强度、拉伸剪切强度、抗拉强度、粘结强度等。

2.0.10 受灌体 grouting body

接受灌浆的实体。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 在应用环氧树脂灌浆材料前，应掌握材料基本性能和配比要求，以及浆液和固化物的性能技术指标。

3.1.2 配浆与检验使用的计量器具，应校验或检定。

3.1.3 使用的环氧树脂灌浆材料应符合 JC 1066 中规定的安全与环保要求，严禁对人体、生物与环境造成有害影响。当用于饮水或灌溉工程时，环氧树脂灌浆材料应按照 GB 15193.3 的有关规定进行毒性检验，应满足实际无毒要求。

3.2 技 术 要 求

3.2.1 环氧树脂灌浆材料外观要求为：浆液双组分以及混合后浆液应均匀、无分层。

3.2.2 环氧树脂灌浆材料浆液性能指标应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 环氧树脂灌浆材料浆液性能指标

序号	项目	性 能 指 标	
		用于地基处理	用于混凝土缺陷修复
1	密度/(g/cm ³)	>1.00	>1.00
2	初始黏度/(mPa·s)	<30	<200
3	可操作时间/min	>120	>30
4	接触角/(°)	<25.0	—

3.2.3 环氧树脂灌浆材料固化物物理力学性能指标应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 环氧树脂灌浆材料固化物物理力学性能指标

序号	项 目	性能指标/MPa
1	抗压强度	≥ 40.0
2	拉伸剪切强度	≥ 5.0
3	抗拉强度	≥ 10.0
4	干粘结强度	≥ 3.0
5	湿粘结强度	≥ 2.0
6	抗渗性能（试件厚度 30mm）	≥ 1.5
注 1：固化物物理力学性能的试验龄期为 28d。 注 2：环氧树脂灌浆材料固化物物理力学性能，可根据地基处理和混凝土缺陷修复工程实际经试验论证后调整。		

3.3 检 验

3.3.1 环氧树脂灌浆材料性能检验分为出厂检验、型式检验和现场检验。

1 出厂检验项目应包括下列内容：

- 1) 外观。
- 2) 初始黏度。
- 3) 可操作时间。
- 4) 固化物抗压强度。
- 5) 固化物抗拉强度。

2 型式检验项目应包括 3.2 节规定的全部技术要求。

3 现场检验项目应包括下列内容：

- 1) 外观。
- 2) 密度。
- 3) 初始黏度。
- 4) 可操作时间。

3.3.2 在下列情况下应进行型式检验：

——新产品投产或产品定型鉴定时。

- 正常生产条件下每年应至少进行一次。
- 产品主要原材料、配比或生产工艺有重大变更。
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

3.3.3 现场抽检宜以同一生产厂家、同一批号的 20t 产品为一批，不足 20t 时宜作为一批。

3.3.4 单项检验项目的取样质量应符合表 3.3.4 的规定。

表 3.3.4 单项检验项目的取样质量

序号	检验项目	取样质量/g
1	密度	500
2	初始黏度	2000
3	可操作时间	2000
4	接触角	200
5	抗压强度	500
6	拉伸剪切强度	500
7	抗拉强度	1000
8	粘结强度	500
9	抗渗性能	2000

3.3.5 各检验项目的试验条件均应符合下列规定：

1 标准试验环境的温度应为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应为 $(50 \pm 10)\%$ 。

2 试验前浆液各组分应在标准试验环境下放置不少于 24h。

3.3.6 试样配制方法：按配比将固化剂组分均匀、缓慢呈细线状倒入环氧树脂主剂组分中，边倒入边搅拌直至混合均匀。

3.3.7 外观检验：应分别目测浆液双组分以及混合后浆液外观均匀性和分层状况。

3.3.8 环氧树脂灌浆材料各项性能的检验方法按附录 A 执行。

3.4 运输和贮存

3.4.1 在运输环氧树脂灌浆材料时，应避免接触火种、受潮、

受热、剧烈冲击和包装破损，应轻拿轻放，不应倒置包装桶。

3.4.2 环氧树脂灌浆材料应贮存于阴凉干燥通风处，温度不宜超过 35℃。

3.4.3 环氧树脂灌浆材料贮存仓库消防设计应符合 GB 50720 的规定。

3.4.4 环氧树脂灌浆材料的现场贮存，还应符合化学品安全技术说明书（MSDS）的相关要求。

4 材料应用设计

4.1 一般规定

4.1.1 环氧树脂灌浆材料应用设计应根据工程特点、灌浆目的、材料性能等要求进行。

4.1.2 环氧树脂灌浆材料应用设计宜包括下列内容：

- 1 受灌体特性与灌浆目的。
- 2 灌浆材料性能指标要求。
- 3 灌浆技术要求。
- 4 灌浆质量标准 and 检查方法。

4.1.3 环氧树脂灌浆材料应用于地质条件复杂受灌体或有特殊要求的化学灌浆工程时，宜进行室内模拟试验和现场灌浆试验。

4.1.4 环氧树脂灌浆宜采用纯压式灌浆方式。

4.2 材料选择

4.2.1 环氧树脂灌浆材料的可灌性、可操作时间、固化物性能、环保性能等应满足工程应用要求。

4.2.2 应用于地基处理的材料选择应按下列原则进行：

1 应根据岩体渗透性、地下水位、流速、温度及浆液输送距离选用适宜黏度和可操作时间的环氧树脂灌浆材料。

2 灌后岩体除应满足透水率或渗透系数要求外，对于特殊地层，还应满足相应的渗透比降要求。

3 灌后岩体除应满足相应的强度要求外，对于特殊地层，还应满足相应的弹性模量或变形模量要求。

4.2.3 应用于混凝土缺陷修复的材料选择应按下列原则进行：

1 应根据混凝土缺陷性状选用适宜黏度的环氧树脂灌浆材料：不大于 0.2mm 的裂缝宜选用低黏度（小于 $30\text{mPa} \cdot \text{s}$ ）的环氧树脂灌浆材料，0.2mm 以上的裂缝宜选用中等黏度（小于

200mPa·s) 的环氧树脂灌浆材料。

2 针对潮湿和渗水环境下的混凝土裂缝处理, 应选择不易被水稀释、固化快、湿粘结强度高的环氧树脂灌浆材料。

3 灌后混凝土应满足相应的强度和抗渗性要求。

4.3 灌 浆 试 验

4.3.1 灌浆试验应包括下列内容:

1 论证应用环氧树脂灌浆材料的可行性、有效性和合理性。

2 推荐最优的浆液配比, 评价环氧树脂灌浆材料与受灌体的适应性。

3 推荐适宜的灌浆方法。

4 推荐适宜的灌浆孔布置参数、灌浆工艺参数、结束标准。

5 评价灌后受灌体的物理力学特性和抗渗透变形能力, 研究受灌体的灌浆特点、单位注入量、抬动变形特性等。

6 研究适合本工程特点与要求的灌浆质量检查方法。

7 分析灌浆工效、进度、工程造价等, 并进行灌浆工程优化。

4.3.2 灌浆试验部位应具有代表性。宜选在非工程部位, 受场地条件限制时可选在工程部位, 但不应对工程产生不良影响。当存在性状不同的地质单元或复杂地层时, 应布置多个试验区。选择灌浆试验位置时还应考虑场地地形、机械材料和水电供应运输等条件。试验区应距离岸坡临空面较远。

4.3.3 灌浆试验前, 应针对现场气温与受灌体内部温度、水的流量与流速等情况, 分组进行环氧树脂灌浆材料配比试验。

4.3.4 当条件具备或具有一定的使用经验时, 可选择直接在受灌体上进行灌浆生产性试验。必要时, 可先进行室内模拟试验, 再进行现场灌浆生产性试验。

4.3.5 环氧树脂灌浆材料应用于地基处理的灌浆试验宜在有盖重条件下进行, 并应控制浆液扩散范围。复合灌浆盖重可采用混凝土盖重、顶部地层加密灌浆等形式, 盖重薄厚应根据灌浆压

力、岩体质量等情况综合确定。环氧树脂灌浆应在灌浆试验区域侧向相对封闭的条件下进行。

4.3.6 灌浆试验应进行灌浆质量检查，检查时间应在灌浆结束28d后或根据环氧树脂灌浆材料凝胶固化特性确定。

4.3.7 灌浆试验完成后应提交试验报告。报告的主要内容应包括4.3.1条所列的内容，应明确灌浆浆材、方法、工艺参数、合格标准等方面的结论和处置措施。

4.4 工 艺 选 择

4.4.1 环氧树脂灌浆材料应用于地基处理的灌浆工艺参数选择应按下列原则进行：

1 应遵循先水泥灌浆，后环氧树脂灌浆的复合灌浆原则，环氧树脂灌浆开灌条件宜根据受灌体的透水率确定。

2 环氧树脂灌浆压力不应大于受灌体破坏压力，不宜超过受灌体中水泥灌浆压力的80%。

3 灌浆压力设计应根据受灌体结构进行分析计算并参考类似工程，通过灌浆试验论证，并在施工过程中调整确定。

4 钻孔排数应根据帷幕宽度、受灌体范围和性状等确定。多排孔灌浆时，排距宜为1~2m。同排内孔距宜为1~2m。有特殊要求时，可根据灌浆试验调整。

5 每个灌浆单元宜在Ⅰ序孔中选取不少于1个孔作为先导孔。

6 灌浆结束应按照下列标准：

1) 在最大设计压力下注入率不大于0.02 L/min后，继续灌注30min，即可结束灌浆。

2) 特殊地层或有其他要求时，可按灌浆试验确定。

4.4.2 环氧树脂灌浆材料应用于混凝土缺陷修复的灌浆工艺参数选择应按下列原则进行：

1 环氧树脂灌浆压力不应大于受灌体破坏压力。

2 钻孔排数、排距、孔距、孔深等参数，宜参照DL/T

5406—2010 中附录 D 确定。

3 灌浆结束应按照下列标准：

- 1) 在最大设计压力下注入率小于 $0.01\text{L}/\text{min}$ 后，继续灌注 $10\sim 30\text{min}$ ，即可结束灌浆。
- 2) 有特殊要求时，可按灌浆试验确定。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 环氧树脂灌浆材料施工应编制施工组织设计，主要包括下列内容：

- 1 工程概况。
- 2 编制依据。
- 3 灌浆方案及工艺。
- 4 材料和配浆方法。
- 5 资源配置计划。
- 6 施工进度。
- 7 质量保证措施。
- 8 质量检查及验收标准。
- 9 职业健康安全及生态环境保护措施。
- 10 应急预案。

5.1.2 灌浆过程中应不定时检测浆液黏度等参数。

5.1.3 当灌浆施工环境温度高于 35℃或低于 5℃时，应采取相应的温度控制措施。

5.1.4 当环氧树脂浆液不符合灌浆作业要求时，应及时调配或更换。

5.1.5 浆液配制和灌浆全过程应做好记录。

5.2 灌 浆 设 备

5.2.1 灌浆设备宜采用自动化、智能化的设备。

5.2.2 浆液拌制能力应与环氧树脂灌浆材料性能和灌浆泵排浆量相适应。

5.2.3 灌浆泵应耐化学腐蚀。排浆量应能无级调节且能满足最大和最小注入率的要求，额定工作压力应大于最大灌浆压力的

1.5 倍，压力波动范围应小于灌浆压力的 20%。

5.2.4 灌浆管耐压能力应大于最大灌浆压力的 1.5 倍，并应能耐受化学腐蚀。

5.2.5 灌浆泵应安设压力表。地基处理灌浆时，除在灌浆泵安设压力表外，灌浆孔孔口也应安设压力表，工作压力宜为压力表最大标值的 $1/4 \sim 3/4$ 。压力表与管路之间应设有隔浆装置。

5.2.6 灌浆塞应与所采用的灌浆方法和灌浆压力相适应，应有良好的膨胀和耐压性能，在最大灌浆压力下能可靠地封闭灌浆孔段，并便于安装和拆除。

5.2.7 环氧树脂灌浆结束后，应选用相应的清洗剂或采用物理措施，及时对灌浆设备和管路进行清洗。

5.2.8 灌浆过程中宜采用自动化或智能化的灌浆记录设备，记录化学灌浆施工过程参数。

5.2.9 用于施工的灌浆设备应按规定进行维护保养，保证正常工作状态。

5.3 灌 浆 准 备

5.3.1 根据施工组织设计要求组织人员、机械设备和灌浆材料进场。

5.3.2 环氧树脂灌浆施工前应进行技术交底。

5.3.3 现场供风、供水、供电、照明、通信等设施应布置到位，并满足施工要求。

5.3.4 浆液配制场地、灌浆泵及灌浆管路等应合理布置，设备进场后应及时安装调试。

5.3.5 现场应备有清洗液、灌浆设备配件等备用品。

5.3.6 灌浆使用的计量器具，应校验或检定。

5.4 浆 液 配 制

5.4.1 浆液配制人员应熟知浆液性能和作用，掌握浆液配比及配制方法。

5.4.2 浆液配制宜遵循“少量多次”的原则。地基处理灌浆时应根据地基透水率、初始注入率和配比确定配浆量，混凝土缺陷修复灌浆时应根据缺陷规模和数量确定配浆量。

5.4.3 浆液配制的容器应标识清楚，不应混用。

5.4.4 浆液配制应将固化剂组分按规定的比例，均匀、缓慢倒入环氧树脂组分中，边倒边搅拌均匀。

5.4.5 浆液配制过程中，应控制浆液温度。浆液温度宜低于35℃，必要时可采取降温措施。

5.5 灌浆施工

5.5.1 采用环氧树脂灌浆材料进行地基处理灌浆时，应符合下列规定：

1 帷幕或固结灌浆施工均应按分序加密的原则进行：

1) 由三排孔组成的帷幕，应先灌注下游排，再灌注上游排，最后灌注中间排，每排孔可分为二序施工。

2) 由两排孔组成的帷幕，应先灌注下游排，后灌注上游排，每排孔可分为二序或三序施工。

3) 单排孔帷幕可分为三序施工。

4) 固结灌浆孔排与排之间和同排内孔与孔之间，可分为二序施工。

2 钻孔、裂隙冲洗和压水试验应按 DL/T 5406—2010 中第7章的有关规定进行。灌浆前应进行简易压水试验，达到环氧树脂灌浆开灌条件后，方可开始环氧树脂灌浆。

3 环氧树脂灌浆开始前，宜先排除孔内积水再进行灌浆。

4 环氧树脂灌浆升压可采用分级升压法或一次升压法，当地质条件较差时宜选用分级升压法。

5 灌浆结束标准应按设计规定执行。

5.5.2 采用环氧树脂灌浆材料进行混凝土缺陷修复灌浆时，应符合下列规定：

1 混凝土裂缝灌浆施工应按下列顺序原则进行：

- 1) 立面竖向裂缝或斜缝灌浆应自下而上进行。立面水平或近似水平裂缝灌浆应自一端向另一端进行。平面裂缝宜选择通畅性最好的孔（嘴）开灌，同时向两端依次进行。
- 2) 当裂缝规模较大，灌浆质量难以保证时，可采取分区灌浆。分区方法可采取钻孔封堵、间隔灌浆分割等形式。
- 3) 钻孔灌浆法、贴嘴灌浆法应逐孔、逐嘴灌注，钻孔加贴嘴灌浆法应先灌钻孔。相邻多孔、多嘴出浆时可并联灌浆。

2 混凝土裂缝灌浆前，应对裂缝进行处理，使缝内通畅、洁净，并对裂缝表面进行封闭。钻孔、埋管、贴嘴、封缝等应按 DL/T 5406—2010 中第 9 章的有关规定进行。

3 灌浆过程中应逐级提升灌浆压力。

4 灌浆结束标准应按设计规定执行。

5.6 特殊情况处理

5.6.1 灌浆过程中注入率过大，或冒浆、漏浆时，应根据具体情况可采用调凝、限流、降压、间歇等方法进行处理。

5.6.2 灌浆过程中发生串浆时，应对串浆孔进行阻塞封闭。若串浆孔具备灌浆条件，宜一泵一孔同时并灌，但并灌孔不宜多于 3 个，并应防止混凝土或岩体抬动。

5.6.3 灌前应检查裂缝与混凝土内部预埋件的串通问题。若裂缝与混凝土内部预埋件或预设孔发生串通时，应采取阻隔、限压、限量等方式进行控制，并采取冲洗等措施防止预埋件被堵塞。

5.6.4 灌浆应连续进行。若因故中断，应在浆液胶凝固化前不影响灌浆质量时恢复灌浆，否则应进行冲孔或扫孔，再恢复灌浆。

5.6.5 环氧树脂灌浆过程中，应实时查看浆液取样的胶凝固化情况。若胶凝固化情况异常，应及时采取相应措施。

6 质 量 检 查

6.0.1 环氧树脂灌浆材料应用质量检查应以现场检查成果为主，施工记录资料等检查为辅。

6.0.2 灌浆质量检查重点应包括但不限于以下部位：

- 1 地层复杂的部位。
- 2 渗漏严重的部位。
- 3 结构受力关键部位。
- 4 潜在的质量缺陷部位。
- 5 未达到灌浆正常结束标准部位。
- 6 外观有要求的部位。

6.0.3 质量检查时间宜按灌浆目的、环氧树脂灌浆材料浆液特性和固化物性能指标来确定。

6.0.4 环氧树脂灌浆材料应用质量检查内容与方法宜按表 6.0.4 进行。根据工程要求，“检查内容”和“检查方法”可单选或多选。

表 6.0.4 环氧树脂灌浆材料应用质量检查内容与方法

受灌体	检查内容	检查方法
岩体	透水率、芯样力学强度、变形模量、声波波速和弹性模量等	1 钻孔取芯、压水试验； 2 钻孔声波测试； 3 孔内电视录像； 4 岩芯物理力学试验
混凝土		1 超声波测试； 2 钻孔取芯、压水试验； 3 孔内电视录像； 4 混凝土芯样物理力学试验

7 职业健康安全与生态环境保护

7.0.1 现场作业人员防护装备配备和使用应按照 GB/T 29510 的有关规定执行。

7.0.2 作业现场应保证良好的通风条件和作业环境，并符合下列规定：

1 当在室内、廊道、孔洞内等通风条件差的场所进行作业时，应配置送风、排风设备，应对通风设备进行经常性维护、检修，定期检测其性能和效果，确保其处于良好运行状态。施工过程中，作业人员应在上风口或在自然风的下风侧作业。

2 现场堆放的大宗材料、成品、半成品和机具设备等不应侵占场内道路及影响安全防护设施的正常使用。应保证施工现场整洁、无干扰。

7.0.3 作业现场用电应符合 GB 50194 的有关规定。

7.0.4 作业现场应悬挂醒目的职业健康安全与环境保护警示标识。对产生严重职业危害的作业岗位，应当在醒目位置设置警示标识和中文警示说明，警示说明应写明产生职业危害的种类、后果、预防和应急处置措施等内容。

7.0.5 作业现场消防灭火器材配置应按 GB 50720 的有关规定执行，严禁使用烟火。

7.0.6 作业现场应配置应急药品。作业人员受伤害时，经现场应急处理后及时就医。

7.0.7 灌浆前应研究被灌区域的生态和环境状况，应树立保护生态和环境的意识。

7.0.8 灌浆过程中或灌浆结束后，均应检查受灌体灌浆管、嘴的密封效果，不应出现环氧树脂浆液反溢至受灌体之外的现象。

7.0.9 弃浆、废浆不应随意排放，应集中存储后委托专业单位

进行处理。

7.0.10 应严格落实灌浆工艺过程监管和各项生产防护措施，环氧树脂灌浆材料不应进入被灌区域之外的区域，不应对水体等生态环境产生负面影响。

附录 A 环氧树脂灌浆材料 性能检验方法

A.0.1 浆液密度检验应符合下列规定：

1 应配置下列仪器设备：

- 1) 重量杯：容量为 37.00cm^3 。
- 2) 电子天平：称量不小于 200g ，感量 0.001g 。

2 试验应按下列步骤进行：

- 1) 用挥发性溶剂清洗重量杯并使之干燥，用电子天平称量其重量 m_1 。
- 2) 在标准试验环境下，按规定配制浆液。
- 3) 将浆液缓慢倒入重量杯，直至浆液充满重量杯，然后盖紧杯盖，使溢流口保持开启，擦去溢出物。
- 4) 将装满浆液的重量杯置于电子天平上，称其重量 m_2 。
- 5) 配制好的浆液应在 5min 内测定完毕。

3 试验结果处理应遵循下列原则：

1) 密度按公式 (A.0.1) 计算：

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (\text{A.0.1})$$

式中 ρ ——密度， g/cm^3 ；

m_1 ——空重量杯质量， g ；

m_2 ——装满浆液的重量杯质量， g ；

V ——重量杯容量， cm^3 。

2) 取 3 次测定结果的算术平均值作为试验结果，以 g/cm^3 表示，精确至 $0.01\text{ g}/\text{cm}^3$ 。

3) 当其中任意 1 次测定值与算术平均值相差大于 10% 时，该组试验应重做。

A.0.2 浆液初始黏度检验应符合下列规定：

1 应配置下列仪器设备：

- 1) 旋转黏度计：测定范围 $0.1\text{mPa} \cdot \text{s} \sim 1 \times 10^5 \text{mPa} \cdot \text{s}$ ，其中转子应配置 0 号、1 号、2 号、3 号、4 号。
- 2) 低型烧杯或盛样器：容量 600mL、外径 90.0 mm $\pm$ 2.0mm、全高 125.0mm $\pm$ 3.0mm、最小壁厚 1.3mm。
- 3) 电子天平：称量不小于 1000g，感量 0.1g。
- 4) 计时器：精度 1s。

2 试验应按下列步骤进行：

- 1) 在标准试验环境下，采用低型烧杯或盛样器按规定配制浆液 500g。
- 2) 选择合适的转子，将转子装到旋转黏度计上，调整旋转黏度计的高度，使转子浸入被测浆液，直至转子上的标记与浆液液面相平为止。
- 3) 选择旋转黏度计的转速，控制读数在最大量程的 20%~90%；开启旋转黏度计，测定读数。
- 4) 每次试验应控制在 5min 内完成。

3 试验结果处理应遵循下列原则：

- 1) 取 3 次测定结果的算术平均值作为试验结果，以 $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 表示，精确至 $1\text{mPa} \cdot \text{s}$ 。
- 2) 当其中任意 1 次测定值与算术平均值相差大于 10% 时，该组试验应重做。

A.0.3 浆液可操作时间检验应符合下列规定：

1 仪器设备配置与 A.0.2 条相同。

2 试验应按下列步骤进行：

- 1) 在标准试验环境下，采用低型烧杯或盛样器按规定配制浆液 500g，从浆液双组分混合时启动计时器。
- 2) 选择合适的转子，将转子装到旋转黏度计上，调整旋转黏度计的高度，使转子浸入被测浆液，直至转子上的标记与浆液液面相平为止。
- 3) 选择旋转黏度计的转速，控制读数在最大量程的

20%~90%；开启旋转黏度计，定时记录浆液黏度读数。

- 4) 当浆液黏度达到 200mPa·s 或不再适合灌浆的黏度时，停止计时，计时器所示时间即为可操作时间。

3 试验结果处理应遵循下列原则：

- 1) 取 3 次测定结果的算术平均值为试验结果，以 min 表示，精确至 1min。
- 2) 当其中任意 1 次测定值与算术平均值相差大于 10% 时，该组试验应重做。

A.0.4 浆液接触角检验应符合下列规定：

1 应配置下列仪器设备：

- 1) 接触角测量仪：测定范围 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ ，精度为 $\pm 0.1^{\circ}$ 。
- 2) 微量进样器：容量 100~250 μ L，进样器针头应采用直径为 0.21~0.52mm 的平头针头，针头材质可选用不锈钢或聚四氟乙烯。
- 3) 载玻片：单头单面磨砂边载玻片，规格宜为 76mm $\times$ 26mm。
- 4) 烧杯：容量 100mL。
- 5) 计时器：精度 1s。

2 试验应按下列步骤进行：

- 1) 用分析纯乙醇将载玻片的光滑面擦拭干净并干燥，将接触角测量仪连接电源，放置载玻片（光滑面朝上）在接触角测量仪的试样台上。
- 2) 在标准试验环境下，按规定配制浆液，在烧杯内装入 80mL 待测浆液。
- 3) 用微量进样器取烧杯内总液体深度约 1/2 处的浆液。
- 4) 通过微量进样器挤出 3 μ L $\pm$ 1 μ L 液滴并悬挂于针头末端 [图 A.0.4 (a)]，抬升试样台，使载玻片表面与针头末端的液滴接触 [图 A.0.4 (b)]，下移试样台，使液滴转移至载玻片表面 [图 A.0.4 (c)]。

- 5) 在液滴转移后 $60\text{s} \pm 10\text{s}$ 时间内测量液滴接触角。
- 6) 在同一载玻片随机选取 5 个不同位置进行接触角测定，所有试验应在浆液混合后 10min 内完成。

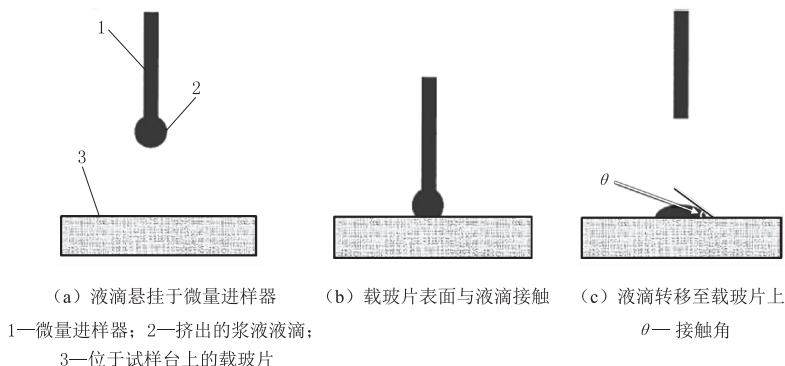


图 A.0.4 浆液在载玻片表面接触角测定过程示意图

3 试验结果处理应遵循下列原则：

- 1) 在 5 个测定结果中去掉最大值和最小值，取保留的 3 个测定值的算术平均值为试验结果，以 $^{\circ}$ 表示，精确至 0.1° 。
- 2) 当保留的 3 个测定值中任意 1 个测定值与算术平均值相差大于 10% 时，该组试验应重做。

A.0.5 抗压强度检验应符合下列规定：

1 应配置下列仪器设备：

- 1) 试模：试模采用钢材制作，尺寸为 $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 。
- 2) 万能试验机：额定负荷 100kN，精度等级 0.5 级，试验速度在 $0.001 \sim 500\text{mm}/\text{min}$ 内可任意调节。
- 3) 电子天平：秤量不小于 1000g，感量 0.1g。

2 试件制备应按下列步骤进行：

- 1) 在水平放置试模内壁均匀涂抹一层真空硅脂。
- 2) 在标准试验环境下，按规定配制浆液，将浆液倒满水

平放置的试模，浆液未凝胶前应补充浆液使试模中液面平整。

- 3) 浆液固化后即拆模，在标准试验环境下养护至 28d。
- 4) 试件应平整、光滑、无气泡。拆模后试件出现裂纹、浆液充填不饱满或者断裂时应作废。若一组有效试件不足 5 个时应重新制样。

3 试验应按下列步骤进行：

- 1) 测量试件尺寸。每个方向测量 3 处，取其算术平均值，计算试件的承压面积。
- 2) 将试件放在万能试验机的下压板正中间，开动试验机，以 5mm/min 的加荷速度匀速施加荷载，直至试件破坏或试件垂直变形达到 50%，读取其最大荷载值。

4 试验结果处理应遵循下列原则：

- 1) 抗压强度按公式 (A.0.5) 计算：

$$\sigma = \frac{P}{S} \quad (\text{A.0.5})$$

式中 σ ——抗压强度，MPa；

P ——最大荷载，N；

S ——试件的承压面积， mm^2 。

- 2) 在 5 个测定结果中去掉最大值和最小值，取保留的 3 个测定值的算术平均值为试验结果，以 MPa 表示，精确至 0.1MPa。
- 3) 当保留的 3 个测定值中任意 1 个测定值与算术平均值相差大于 15% 时，该组试验应重做。

A.0.6 拉伸剪切强度检验应符合下列规定：

1 应配置下列仪器设备：

- 1) 万能试验机：额定负荷 10kN，精度等级 0.5 级，试验速度在 0.001~500mm/min 内可任意调节，应配置一副可自动调心的夹具。

- 2) 角向磨光机。
 - 3) 钢片：长 $100\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$ 、宽 $25\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$ 、厚 $1.6\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 。
 - 4) 电子天平：称量不小于 1000g ，感量 0.1g 。
- 2 试件制备应按下列步骤进行：
- 1) 用角向磨光机对钢片进行表面处理，去除钢片的氧化层，用挥发性溶剂将钢片擦拭干净。
 - 2) 试件应符合图 A.0.6 的要求，试件的搭接长度为 $12.5\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$ ；在钢片上划线标记需要搭接的区域，待搭接的钢片主轴方向应与试件拉伸剪切的方向一致。

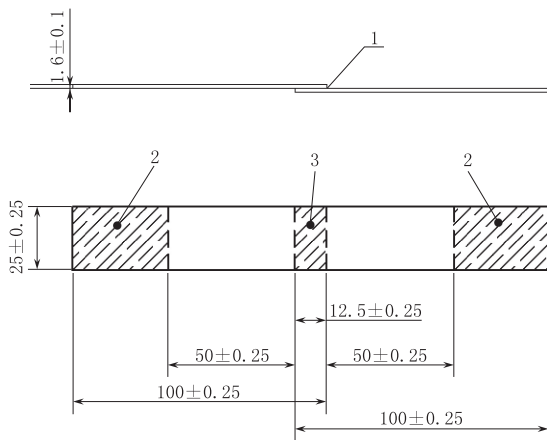


图 A.0.6 拉伸剪切试件的形状及尺寸 (单位: mm)

1—环氧树脂灌浆材料；2—夹持区域；3—剪切区域

- 3) 在标准试验环境下，按规定配制浆液，将浆液均匀涂抹于两片钢片上标记的待搭接区域，然后将两片钢片待搭接区域对齐、搭接在一起，再用长尾夹夹紧搭接区域，清除挤出的多余浆液后，平放在标准试验环境下养护。

- 4) 目视试件搭接面未接触充分或者两片钢片不在一条直线上的试件应作废。若一组有效试件不足 5 个时应重新制样。

3 试验应按下列步骤进行：

- 1) 试件养护至规定龄期后取下长尾夹，测量试件搭接面的长度和宽度，精确到 0.1mm。
- 2) 将试件对称地夹在夹具上，夹持处至距离最近的搭接端的距离为 50mm±1mm。
- 3) 将试件安装在万能试验机上，开动试验机，以恒定速率加载，载荷变化速率宜为 8.3~9.8MPa/min，破坏时间宜控制在 45~85s，记录试件剪切破坏的最大载荷。

4 试验结果处理应遵循下列原则：

- 1) 拉伸剪切强度按公式 (A.0.6) 计算：

$$\tau = \frac{P}{BL} \quad (\text{A.0.6})$$

式中 τ ——拉伸剪切强度，MPa；

P ——试件剪切破坏的最大载荷，N；

B ——试件搭接面宽度，mm；

L ——试件搭接面长度，mm。

- 2) 在 5 个测定结果中去掉最大值和最小值，取保留的 3 个测定值的算术平均值为试验结果，以 MPa 表示，精确至 0.1MPa。
- 3) 当保留的 3 个测定值中任意 1 个测定值与算术平均值相差大于 15% 时，该组试验应重做。

A.0.7 抗拉强度检验应符合下列规定：

1 应配置下列仪器设备：

- 1) 万能试验机：额定负荷 10kN，精度等级 0.5 级，试验速度在 0.001~500mm/min 内可任意调节。
- 2) 哑铃型试模：尺寸要求如图 A.0.7 所示，材质宜采用

聚四氟乙烯。

3) 游标卡尺：测定范围 0~100mm，分度值 0.02mm。

4) 电子天平：称量不小于 1000g，感量 0.1g。

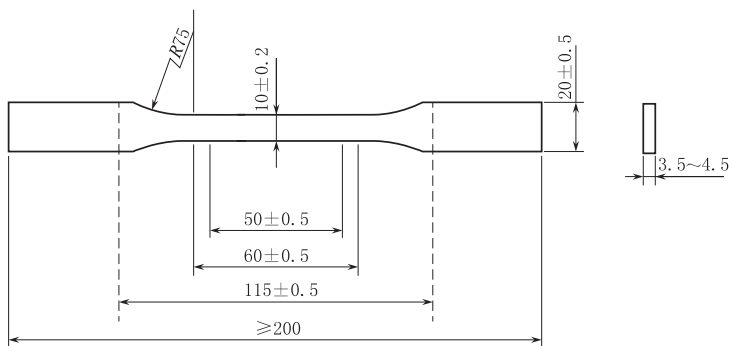


图 A.0.7 哑铃型试件尺寸 (单位: mm)

2 试件制备应按下列步骤进行：

- 1) 在水平放置的试模模腔内壁均匀涂抹一层真空硅脂。
- 2) 在标准试验环境下，按规定配制浆液，将浆液倒满水平放置的试模，浆液未凝胶前应补充浆液使液面平整。
- 3) 浆液固化后即拆模，在标准试验环境下养护。
- 4) 试件应平整、光滑、无气泡。拆模后试件出现裂纹、浆液充填不饱满或者断裂时应作废。若一组有效试件不足 5 个时应重新制样。

3 试验应按下列步骤进行：

- 1) 试件养护至规定龄期时，测定图 A.0.7 中 $50\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 段试样标距内任意 3 处的宽度和厚度，取算术平均值，测量精确至 0.02mm。
- 2) 将试件安装在万能试验机上，夹持试件时使试件的中心轴线与上、下夹具的对准中心线一致。开动试验机，以 $10\text{mm}/\text{min}$ 的加荷速度匀速加载，直至破坏，读取破坏过程中的最大载荷值。

4 试验结果处理应遵循下列原则:

1) 抗拉强度按公式 (A. 0. 7) 计算:

$$\sigma_t = \frac{P}{bh} \quad (\text{A. 0. 7})$$

式中 σ_t ——抗拉强度, MPa;

P ——最大载荷, N;

b ——试件宽度, mm;

h ——试件厚度, mm。

2) 在 5 个测定结果中去掉最大值和最小值, 取保留的 3 个测定值的算术平均值为试验结果, 以 MPa 表示, 精确至 0. 1MPa。

3) 当保留的 3 个测定值中任意 1 个测定值与算术平均值相差大于 15% 时, 该组试验应重做。

A. 0. 8 粘结强度检验应符合下列规定:

1 应配置下列仪器设备:

1) 拉伸试验机: 额定负荷 10kN, 精度等级 0. 5 级, 试验速度在 0. 001~500mm/min 内可任意调节。

2) 搅拌机: 砂浆搅拌机。

3) 振动台: 频率 50Hz $\pm$ 3Hz, 空载时台面中心振幅 0. 5mm $\pm$ 0. 1mm。

4) 电子天平: 称量不小于 1000g, 感量 0. 1g。

5) “8” 字形金属模具: 如图 A. 0. 8 所示, 中间用插片分成两半。

2 试件制备应按下列步骤进行:

1) 采用强度等级不低于 42. 5 的普通硅酸盐水泥, 将按质量比 1 : 2 : 0. 12 : 0. 3 称取的水泥、标准砂、水、丙烯酸酯乳液倒入砂浆搅拌机内, 立即开动搅拌机, 搅拌 2~3min。将搅拌好的胶砂装入带有插片的“8”字形试模中。将试模放在振动台上振实后, 从振动台上取下试模, 用刮刀将试模表面多余胶砂刮去抹平, 然

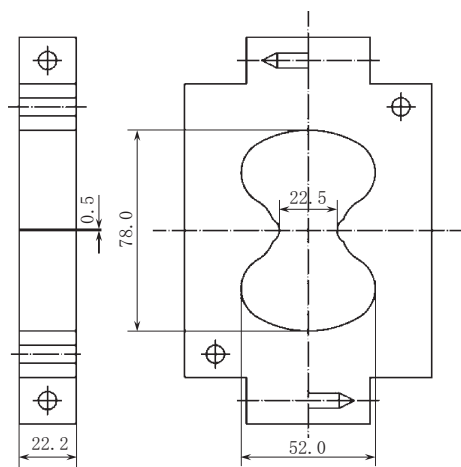


图 A.0.8 “8”字形金属模具 (单位: mm)

后移入标准试验环境下养护 1d 后脱模。将脱模后的试件放入 $(20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ 的水中养护至规定龄期。

- 2) 干粘结强度试件制备前, 应将养护至规定龄期的半“8”字形砂浆块从水中取出, 在标准试验环境下放置 2d 使砂浆块干燥, 再用 2 号砂纸将砂浆块粘结面打磨清理待用; 湿粘结强度试件制备前, 将养护至规定龄期的半“8”字形砂浆块从水中取出后, 用干毛巾揩去其表面水渍, 晾置 5min, 再用 2 号砂纸将砂浆块粘结面打磨清理待用。测量砂浆块粘结面的长度和宽度, 精确到 0.1mm。
- 3) 在标准试验环境下, 按规定配制浆液, 用毛刷将浆液在半“8”字形砂浆块粘结面上均匀涂刷。根据材料产品的不同可一次涂刷, 也可分几次涂刷, 厚度控制在 $0.5 \sim 0.7\text{mm}$ 。涂刷完成后迅速将两个半砂浆块粘结面正向平整对接, 用宽橡皮筋缠绕 2 圈固定。每组应制备 5 个试件。
- 4) 干粘结强度试件直立放置在标准试验环境下养护; 湿

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/607054150104006056>