

上海市工程建设规范

土体硬化剂应用技术标准

Technical standard for application of soil hardening agent

DG/TJ 08—2082—2023

J 11831—2023

主编单位：上海市建筑科学研究院有限公司

上海宝钢新型建材科技有限公司

上海磐地地基工程股份有限公司

批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2023年6月1日

同济大学出版社

2023 上海

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标准(2023)020号

上海市住房和城乡建设管理委员会
关于批准《土体硬化剂应用技术标准》
为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市建筑科学研究院有限公司、上海宝钢新型建材科技
有限公司、上海强致地基工程股份有限公司主编的《土体硬化剂
应用技术标准》，经我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统
一编号为 DG/TJ 08—2082—2023，自 2023 年 6 月 1 日起实施。
原《GS 土体硬化剂应用技术规范》DG/TJ 08—2082—2017 同时
废止。

本标准由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海
市建筑科学研究院有限公司负责解释。

上海市住房和城乡建设管理委员会

2023 年 1 月 17 日

前 言

为进一步规范土体硬化剂的工程应用,根据上海市住房和城乡建设管理委员会《关于印发〈2023 年上海市工程建设规范、设计标准设计编制计划〉的通知》(沪建标定〔2023〕771 号),由上海市建筑科学研究院有限公司会同上海宝钢新型建材科技有限公司、上海强筋地基工程股份有限公司等单位对《GS 土体硬化剂应用技术规程》(DG/TJ 08—2082—2017)进行修订。编制组在总结试验研究成果和工程实践经验,参考国内外相关标准,并广泛征求意见的基础上,经过反复讨论和试验验证,完成了修订工作。

本标准的主要内容有:总则;术语;基本规定;土体硬化剂;设计;施工;质量检验。

本次修订的主要内容有:

1. 将标题更名为《土体硬化剂应用技术标准》。
2. 修订了术语、基本规定、分类和标记、工艺指标,可测出重金属含量的检测项目和试验方法。
3. 新增了土体硬化剂的原材料要求、土体硬化剂在路基工程中的应用,对固土方体抗压强度要求等相关规定。

删除了附录。

各单位及相关人员在执行本标准过程中,如有意见和建议,请反馈至上海市住房和城乡建设管理委员会(地址:上海市大沽路 100 号;邮编:200003;E-mail:shjsjzgl@163.com),上海市建筑科学研究院有限公司(地址:上海市中南路 368 号;邮编:201108;E-mail:liyong@scbs.com),上海市建筑装饰材料业市场管理总站(地址:上海市小木桥路 683 号;邮编:200032;E-mail:shgclz@163.com),以供今后修订时参考。

主 编 单 位：上海市建筑科学研究院有限公司
 上海宝钢新型建材科技有限公司
 上海强劲地基工程股份有限公司

参 编 单 位：上海城建物资有限公司
 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司
 上海德农材料科技有限公司
 同济大学
 上海美创建筑材料有限公司
 上海山南勘测设计有限公司
 城地建设集团有限公司
 上海华舜岩土科技发展有限公司
 上海建工集团工程研究总院
 上海伟一建设工程有限公司
 上海申元岩土工程有限公司
 上海清源建材贸易有限公司
 上海善宇建筑科技有限公司
 北京工业大学

主要起草人：袁 阳 张斌海 刘金林 叶奕宜 郑晓光
 单卫良 李欢欢 曹慧娟 韩云婷 张 惠
 张 宁 司家宁 戴生良 陈向军 徐 凯
 李仕光 庞 敏 贾红梅 周玉石 魏 洋
 钟 坤 单永华 刘玉林 李 正 李忠诚
 贺 游 水亮亮 吴立根 周鹏鸣 周永洋
 林 巧 张竹庭 胡快德 翟志群 张 振
 刘斐然 黄 海 龙广新 张婷婷 刘金贵
 王 坚 范君宇

主要审查人：许蔚萍 张中杰 李耀良 张冠军 施惠生
 贺鹤珠 刘卫东

上海市建筑建材业市场管理总站

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	5
4	土体硬化剂	6
4.1	一般规定	6
4.2	原材料要求	6
4.3	技术要求	7
4.4	检验要求	9
5	设 计	11
5.1	基坑工程和地基处理	11
5.2	桩基工程	12
6	施 工	14
6.1	基坑工程和地基处理	14
6.2	桩基工程	15
7	质量检验	17
7.1	基坑工程和地基处理	17
	桩基工程	18
	标准应用说明	20
	引用标准名录	21
	条文说明	23

Contents

1	General provisions	2
2	Terms	2
3	Basic requirements	5
4	Soil hardening agent	6
4.1	General provisions	6
4.2	Raw materials requirements	6
4.3	Technical requirements	7
4.4	Inspection requirements	9
5	Design	11
5.1	Excavation engineering and ground treatment	11
5.2	Subgrade engineering	12
6	Construction	14
6.1	Excavation engineering and ground treatment	14
6.2	Subgrade engineering	15
7	Quality inspection	17
7.1	Excavation engineering and ground treatment	17
7.2	Subgrade engineering	18
	Explanation of wording in this standard	20
	List of quoted standards	21
	Explanation of provisions	23

1 总 则

- 1.0.1 为进一步规范土体硬化剂的工程应用,确保技术先进、质量可靠、低碳环保和资源节约,制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于土体硬化剂在基坑工程、地基处理、路基工程的设计、施工和质量检验。
- 1.0.3 土体硬化剂的应用除应符合本标准外,尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用

2 术 语

2.0.1 土体硬化剂 soil hardening agent

一种以水泥和矿渣粉作为主要原材料,以脱硫灰,工业副产石膏,固废基活性混合材及外加剂等作为辅助材料,采用湿法或粉磨工艺制备而成的,可完全代替水泥,专用于处理软土及其他细粒类土的一种粉状的水硬性胶凝材料。

2.0.2 脱硫灰 desulfurization ash

在燃煤电厂或钢铁厂的烟气干法脱硫工艺过程中,处于悬浮状态的石灰颗粒与烟气中的二氧化硫、三氧化硫发生反应,由除尘器收集形成的,主要化学成分为亚硫酸钙、硫酸钙、磷酸钙、游离氧化钙和氢氧化钙的一种粉体材料。

2.0.3 工业副产石膏 industrial by-product gypsum

指工业生产中因化学反应而生成的,以二水硫酸钙或无水硫酸钙为主要成分的副产物,又称化学石膏,包括脱硫石膏、磷石膏、钛石膏、氟石膏、模塑石膏等。

2.0.4 再生微粉 recycled fine powder

采用废弃混凝土、旧砖瓦等建筑垃圾制备的粒径小于 $80\mu\text{m}$ 的粉末。

2.0.5 固废基活性混合材料 solid waste based active addition

指列入国家综合利用资源名称目录的,具有一定火山灰活性或潜在水硬性的固废材料,包括粉煤灰、炉渣粉、再生微粉、水泥窑灰、焚烧灰、烟尘灰等。

2.0.6 原状湿土 raw wet soil

指地下天然土经挖掘、取样后,采取密封措施,保持天然含水率的湿土。

2.0.7 土的含水率 moisture content of the soil

水的质量与干土质量比,以百分数表示。

2.0.8 掺量 mixing ratio

掺入的土体硬化剂质量与原状湿土的质量之比,用百分数表示,又称“掺入比”。

2.0.9 水灰比 water-cement ratio

水的质量与土体硬化剂的质量比。

2.0.10 拌合土 mixed soil

土体硬化剂浆液与原状湿土充分拌合,尚未发生物理、化学反应的拌合物。

2.0.11 加固土 reinforced soil

拌合土经过一定养护期后,土体硬化剂自身各组分之间以及与土颗粒之间发生一系列物理、化学反应,土力学性能发生显著改善的土。

2.0.12 加固土立方体抗压强度 cube compressive strength of reinforced soil

按照现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ/T 70)进行加固土室内试验,土体硬化剂浆液与原状湿土搅拌均匀度为 $50\mu\text{m}\sim 90\mu\text{m}$ 的拌合土,将拌合土成型 $70.7\text{mm}\times 70.7\text{mm}\times 70.7\text{mm}$ 立方体试块,养护至规定龄期时测得的抗压强度。

2.0.13 加固土桩 reinforced soil pile

将土体硬化剂拌制成家浆,采用深层搅拌法或高压喷射注浆搅拌法,将浆液与原状湿土进行搅拌,使原状湿土硬化成具有连续性、抗渗性和达到设计强度的桩体。

2.0.14 工程渣土 waste soil

新建、改建、扩建的工程建设过程中,以及建筑物、构筑物、管网等工程的修缮和拆除过程中产生的弃土。

2.0.15 基土 original soil

经物理或化学方法处理后,能够满足陆用要求的工程渣土。

2.0.16 稳定土 stabilized soil

采用厂拌法或路拌法,将土体硬化剂粉体与基土按比例均匀拌合而成,用于陆基填筑的混合料。

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用

3 基本规定

3.0.1 土体硬化剂的制备应考虑施工性能、加固土强度和资源综合利用。

3.0.2 土体硬化剂适用于处理加固黏性土、粉性土和砂土。当处理加固有机质含量大于 10% 的土时，应通过试验来验证土体硬化剂的适用性。

3.0.3 土体硬化剂的工艺指标应符合浆液拌制和浆液、浆液与原位土搅拌、相邻搅拌桩搭接、裂相或预裂注浆人等施工工艺要求。施工时，土体硬化剂浆液或粉体应与土体充分搅拌均匀，应符合深层搅拌法、高压喷射注浆法、固化土的施工技术规范要求。

4 土体硬化剂

4.1 一般规定

4.1.1 根据加固土立方体抗压强度,土体硬化剂可分 1.0 、 2.0 和 3.0 三个强度等级,以及普通型和早强型两个型号,其中早强型以“R”为标记,普通型不作标记。

4.1.2 土体硬化剂应以强度等级、型号、产品型号的符号和文字组合标记。

示例:2.0R土体硬化剂表示强度等级为2.0,型号为早强型的土体硬化剂。

4.1.3 土体硬化剂的强度指标可采用胶砂抗压强度或加固土立方体抗压强度中的一项,有争议时,应采用加固土立方体抗压强度。

4.2 原材料要求

4.2.1 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定,强度等级达到42.5及以上。

4.2.2 矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 规定的S95及以上。

4.2.3 脱硫灰的 CaSO_3 和 CaSO_4 的含量合计宜为30%~70%,附着水含量不应大于1%,需水量比不应大于115%。

4.2.4 工业副产石膏应符合现行国家标准《用于水泥中的工业副产石膏》GB/T 21371 的要求, CaSO_3 含量不应小于75%,附着水含量不应大于15%。

4.2.5 固废基活性混合材料应符合下列要求:

1 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉

煤灰 GB/T 1596 规定的Ⅱ级及以上的要求。

2 钢渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491 规定的Ⅱ级及以上的要求。

3 再生微粉应符合现行行业标准《混凝土和砂浆用再生微粉》GB/T 578 规定的Ⅱ级及以上的要求。

4 水泥窑灰、焚烧灰、烟生灰等活性混合材应符合现行国家标准《用于水泥中的火山灰质混合材料》GB/T 2847 的要求，附着水含量不应大于 1%，80 μm 方孔筛筛余不应大于 30%，强度活性指数不应小于 65%，需水量比不应大于 115%。

4.2.6 脱碱灰、工业副产石膏、固废基活性混合材应符合现行国家标准《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599 规定的要求。

4.2.7 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 808 的规定。

4.3 技术要求

4.3.1 土壤硬化剂的工艺指标应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 工艺指标

		指标	试验方法
固率(%) (含孔隙率余)(%)		≥20	GB/T 1346
密度(g/cm ³)		≥2.1	GB/T 208
硬化时间	初始(min)	≤15	GB/T 1346
	终凝(h)	≤18	
净浆成块度(mm)	初始	≥300	GB/T 8077
	90 min	≥80	

注：进行净浆成块度试验时，应符合下列要求。

- 称取土壤硬化剂 600 g，倒入搅拌桶内，加入 350 g 水，搅拌 3 min。
- 搅拌均匀后，立即按现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 要求，测定初始净浆成块度。
- 将余浆体用保鲜膜密封放入标准养护箱中，静置 90 min 后取出，搅拌 1 min，按现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 要求，测定 90 min 净浆成块度。

4.3.2 土体硬化剂的软砂抗压强度应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 软砂抗压强度

项目	指标	试验方法
软砂抗压强度 (MPa)	7 d	≥ 17.0
	28 d	≥ 22.0
		GB/T 17631

4.3.3 土体硬化剂的加固土立方体抗压强度应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 加固土立方体抗压强度

强度等级	加固土立方体抗压强度 (MPa)		试验方法
	7 d	28 d	
1.0	≥ 0.3	≥ 1.0	MJ/T 10
2.0	≥ 0.4	≥ 1.5	
3.0	≥ 0.5	≥ 2.0	
1.0R	≥ 0.3	≥ 1.0	
2.0R	≥ 0.4	≥ 1.5	
3.0R	≥ 0.5	≥ 2.0	

注：成型加固土立方体抗压强度试验时，应符合下列要求。

- 1 成型 200mm 立方体试件的加固土立方体抗压强度试验，应按拌用量 16%，水灰比 2.0 的胶浆比，掺加 600g 土体硬化剂，1200g 拌合水，4000g 原状湿土。原状湿土采用筛孔尺寸为 0.075mm 的筛筛去土块第三级筛余量土，按照现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50121 测定。天然含水率应在 $(16 \pm 2)\%$ 。
- 2 土体硬化剂和拌合水应先搅拌均匀，再将原状湿土称取约 300g 的试块，随掺入搅拌机，搅拌均匀且不少于 15 min，直至原状湿土完全分散。
- 3 拌合土稠度应达到 90 mm~20 mm，方可成型试块。稠度大于 90 mm，可降低水灰比并保持质量不变；稠度小于 90 mm，可提高拌水量并保持水灰比不变，进行配合比调整。
- 4 拌合土应分两层装入有盖容器，用手持式捣棒自顶部高约 20 mm 各振捣 5 次。试块抹平后，薄层覆盖养护，静置 24 小时后，试块放入水中养护。
- 5 加固土立方体抗压强度计算公式中的换算系数取 1.0。
- 6 报告上应注明土体硬化剂掺量、水灰比、原状湿土的土块和天然含水率、拌合土稠度。

4.3.4 土体硬化剂的可浸出重金属含量应符合表 4.3.4 的规定。

表 1.3.4 可溶性重金属含量限值

项目	限值(mg/L)	试验方法
铜(以总 Cu 计)	0.1	GB/T 30800
镉(以总 Cd 计)	1.0	
铬(以总 Cr 计)	1.0	
铅(以总 Pb 计)	0.05	
锰(以总 Mn 计)	0.01	
砷(以总 As 计)	0.05	
汞(以总 Hg 计)	0.01	

4.4 检验要求

4.4.1 批号与取样应符合下列规定。

1 以连续供应的 500 t 产品为一编号,不足 500 t 按一个编号论,每一编号为一取样单位。

2 取样方法按现行国家标准《水泥取样方法》(GB 12573)进行。取样应有代表性,可连续取,也可从 10 个以上不同部位取等量样品,总量不得少于 3 kg。

3 必要时可对产品进行随机抽样检验。

4.4.2 在混凝土预制构件工程现场时,生产厂家应提供工艺指标、强度等级的试验报告,报告内容还应包括:

- 1 用户名称;
- 2 生产厂名;
- 3 试验报告编号及日期;
- 4 生产批号和数量;
- 5 检验结果。

4.4.3 产品宜采用散装罐车运输进场。进场后,施工单位应对产品标识进行检验。产品标识应包括产品名称、强度等级、型号、生

产厂名、生产日期和执行标准号。

4.4.4 产品进场后,应委托第三方检测机构对产品进行检验,并留样备查。

4.4.5 检验结果评定应符合下列规定:

- 1 符合本标准工艺指标、强度指标的为合格品。
- 2 凡不符合本标准工艺指标、强度指标的为不合格品。

4.4.6 根据工程上的要求,生产厂家应向用户提供下列可溶性指标的检测报告:

- 1 一年内出具的可浸出重金属含量检测报告。
- 2 以加固土抗压强度进行评定的早强土体硬化剂,2.0R、

3.0K土体硬化剂的3d加固土立方体抗压强度分别不应低于0.3MPa、0.5MPa。

3 以胶砂抗压强度进行评定的早强土体硬化剂,3d、7d、28d胶砂抗压强度分别不应低于23.0MPa、35.0MPa、52.5MPa。

4.4.7 产品保质期自生产日期为3个月。超过存放期限的产品,应按本标准的要求重新检验。

5 设计

5.1 基坑工程和地基处理

5.1.1 土体硬化剂用于基坑工程和地基处理的设计,应符合现行行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 109 和上海市工程建设规范《基坑工程技术标准》DG/TJ 08—61、《高压喷射注浆技术标准》DG/TJ 08—2284、《等厚度水泥土搅拌墙技术标准》DG/TJ 08—2248、《五轴水泥土搅拌桩(墙)技术标准》DG/TJ 08—2277、《全方位高压喷射注浆技术标准》DG/TJ 08—2289、《地基处理技术规范》DG/TJ 08—46 的有关规定。

5.1.2 宜采用单轴、双轴、三轴、六轴等搅拌桩法,以及高压喷射注浆搅拌法,将土体硬化剂浆液与原位土强制搅拌均匀,形成搅拌桩或旋喷桩。

5.1.3 当加固处理粘性土、粉细土和砂土时,可采用 1.0、1.0R 及以上强度等级的土体硬化剂作为施工材料,取代相同质量的 P·O42.5 水泥。

5.1.4 在下列情形之一时,宜采用 2.0R 及以上强度等级的土体硬化剂作为施工材料:

- 1 需要提前开挖的基坑工程。
- 2 施工场地面积较小,搅拌桩置换土需要及时外运的工程。
- 3 工程抢险。
- 4 地下水流速较大的工程。

5.1.5 必要时,应采用工程土样加固土,进行配合比设计试验,确定土体硬化剂的掺量和水灰比。当不具备配合比试验条件时,可按表 5.1.5 进行掺量和水灰比取值。

表 3.1.5 热量和水灰比参考取值

桩型	水灰比	P·O42.5 水泥		1.0 土体硬化剂		2.0 土体硬化剂	
		掺量	水灰土 28 d 强度	掺量	加固土 28 d 强度	掺量	加固土 28 d 强度
后轴搅拌桩	W/C=0.8	33%	0.6 MPa	33%	0.7 MPa	32%	0.8 MPa
后轴搅拌桩	W/C=0.8	25%	0.7 MPa	25%	0.9 MPa	14%	1.0 MPa
三轴~六轴 搅拌桩	W/C=1.5~2.0	20%	0.5 MPa	20%	0.7 MPa	16%	1.0 MPa
高压旋喷桩	W/C=1.0	30%	0.8 MPa	30%	1.2 MPa	20%	1.0 MPa
		25%	1.0 MPa	25%	1.2 MPa	22%	1.2 MPa

3.2 路基工程

3.2.1 土体硬化剂用于路基工程的设计,应符合现行行业标准《城市道路路基设计规范》(CJJ 107)的规定。

3.2.2 制备稳定土时,宜采用 2.0、2.5 及以上强度等级的土体硬化剂作为固化稳定材料。

3.2.3 稳定土配合比设计试验应按下列步骤进行:

1 测定基土的含水量及最佳含水量,当有特殊要求时,增加基土其他相关性能的试验。

2 确定土体硬化剂掺量的基准值。在稳定土中,掺量指掺入的土体硬化剂质量与土的干质量之比。

3 计算各材料用量。

4 进行稳定土试配,并测定 7 d 无侧限抗压强度。

5 调整和确定稳定土设计配合比。

3.2.4 稳定土的试配不应少于 3 个配合比,其中一个配合比的掺量应为基准值,其他配合比的掺量宜比基准值分别增加和减少 1%~2%。

3.2.5 应通过击实试验,确定各配合比稳定土的最佳含水量和

最大干密度,并按现行行业标准《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTJ E51 进行试件制备、成型及养护。

5.2.6 应通过根据试配结果选择符合设计要求的配合比。当试配结果不满足设计要求时,应调整配合比,并应重新进行试验。

5.2.7 稳定土的路用性能应符合下列要求:

1 承载比应符合现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194 的规定,承载比的试验方法应按现行行业标准《公路土工试验规程》JTJ 3430 执行。

2 7d 无侧限抗压强度应符合表 5.2.7 的规定。

表 5.2.7 稳定土 7d 无侧限抗压强度

快速路、主干路	次干路	支路	试验方法
≥4.0	≥3.7	≥3.4	JTG E51

3 加固土路基顶面回弹弯沉量应满足相关规范和设计要求。回弹弯沉量确定方法应符合现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194 的规定。

6 施工

6.1 基坑工程和地基处理

6.1.1 土体硬化剂用于基坑工程和地基处理的施工,应符合现行行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》(CJ/T 109)、《上海市工程建设规范(基坑工程技术标准)》(DG/TJ 08—61)、《高压喷射注浆技术标准》(DG/TJ 08—2286)、《等厚度水泥土搅拌墙技术标准》(DG/TJ 08—2248)、《五轴水泥土搅拌桩(墙)技术标准》(DG/TJ 08—2277)、《全方位高压喷射注浆技术标准》(DG/TJ 08—2289)、《地基处理技术规范》(DG/TJ 08—10)的有关规定。

6.1.2 土体硬化剂进场后,应符合下列规定:

1 应贮存在散装移动筒仓中,筒仓应密闭,且防雨、防潮,不得混入杂物。

2 不同强度等级或型号的产品应贮存于不同筒仓,并做好标记。

6.1.3 施工前,应进行工艺性试验,并合土的稠度应符合表 4.1.3 的规定。如稠度不符合要求,应经设计单位认可后方可提高水灰比。

表 4.1.3 拌合土的稠度

机型	稠度	试验方法
单轴、双轴	30 mm~60 mm	JGJ/T 70
三轴~六轴搅拌桩	60 mm~90 mm	
高压喷射桩	90 mm~120 mm	

6.1.4 施工时,应测定浆液相对密度。浆液相对密度的试验方法应按现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的

“泥浆相对密度测定方法”执行。

6.1.5 施工时,应控制提升速度,并控制泥浆泵压力和喷浆量,以确保桩靴的实际抄量不得小于设计值。深层搅拌法的提升速度宜为 1.0 m/min~2.0 m/min,下沉速度宜为 0.5 m/min~1.0 m/min,钻杆的旋转速度宜为 25 r/min~45.0 r/min;高压喷射注浆法的提升速度宜为 0.05 m/min~0.25 m/min,钻杆的旋转速度宜为 3 r/min~10.0 r/min。

6.1.6 三轴~六轴深层搅拌法相邻桩搭接施工的时间间隔不宜大于 24 h,单轴、双轴搅拌法相邻桩搭接施工的时间间隔不宜大于 12 h。当超过以上规定时间时,搭接施工时应放慢搅拌速度。若无法搭接或搭接不良,应作为冷缝记录在案,并经设计单位认可后,在搭接处采取补救措施。

6.1.7 施工过程中,宜及时对成桩质量进行取芯试验,桩身完整性、28 d 取芯强度应符合设计要求。

6.2 路基工程

6.2.1 土体硬化剂用于路基工程的施工,应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1)的规定。

6.2.2 用于路基填筑的工程渣土应符合下列要求:

- 1 不得使用成分复杂的地表耕植土、泥炭土、河泥淤泥、沼泽土、腐殖质土、重金属污染土。
- 2 不得含草皮、树根及乱石等杂物。
- 3 有机质含量不应大于 10%。
- 4 液限超过 50% 的土不宜使用。
- 5 土粒最大粒径不应大于 15 mm,且大于 10 mm 的土颗粒应小于土总重量的 5%。

6.2.3 可采取下列措施降低工程渣土的含水率,以达到路用要求:

1 在工程渣土中掺加生石灰,拌合闷料。生石灰掺量不应超过 5%。

2 必要时进行二次翻拌,闷料。

3 将工程渣土摊薄,通风,翻晒,至含水率满足要求。

4 经技术经济比较,可采用烘干、压滤排水等其他措施降低含水率。

6.2.1 稳定土的制作应采用厂拌工艺,条件受限必须采用路拌时,应符合环保相关要求。

6.2.2 稳定土的拌合应符合下列规定:

1 应选择能够充分拌合,适合基土土质的拌合设备,拌合设备可采用加土拌合机、强制式拌合机、多铰轴搅拌拌机、冷再生机联合作业机组等。

2 拌合应按稳定土配合比设计确定的材料规格及配比进行。

3 基土应粉碎,最大尺寸不应大于 15 mm,防止团块。

4 出厂时稳定土含水率宜用最佳含水率离 1%~2%。

5 进入料斗的基土的手湿状态应基本一致。

6.2.3 施工前,应先进行试验路段的施工,以确定松铺厚度、碾压组合和碾压遍数、最佳含水率、压实度等施工工艺参数。试验路段应选择在地形条件、断面型式等具有代表性的路段,路段长度不宜小于 100 m,宽度宜与道路设计宽度一致。

6.2.4 稳定土施工时,应符合下列要求:

1 施工工艺应包含摊铺、碾压、养护。

2 摊铺宜采用推土机配合人工的方式进行。摊铺完成后,应采用振动压路机静压一遍,随即采用平地机进行初平;在直线段,应由两侧向路中心进行刮平;在曲线段,应由内侧向外侧进行刮平。

3 应在稳定土终凝之前,分层完成碾压,碾压厚度不应大于 200 mm。

4 稳定土碾压完成后,保湿养护不应少于 7 d。

7 质量检验

7.1 基坑工程和地基处理

7.1.1 土体硬化剂在基坑工程和地基处理的质量检验,应符合现行行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》(JGJ/T 190)、《上海市工程建设规范《基坑工程技术标准》(DG/TJ 08—61)、《超高压喷射注浆技术标准》(DG/TJ 08—2236)、《等厚度水泥土搅拌墙技术规程》(DG/TJ 08—2248)、《五轴水泥土搅拌桩(墙)技术标准》(DG/TJ 08—2277)、《全方位高压喷射注浆技术标准》(DG/TJ 08—2289)、《地基处理技术规范》(DG/TJ 08—10)的有关规定。

7.1.2 承重加固土桩的成桩质量可采用钻孔取芯、标准贯入、载荷试验等方法进行检验,并应符合下列规定:

1 应根据设计要求,进行单桩、单桩复合地基或多桩复合地基静荷载试验。

2 钻孔取芯和荷载试验宜在成桩 28 d 后进行。取芯数量不少于总桩数的 1% 且不少于 3 根。

3 对整根桩进行钻孔取芯,将整根桩等分成上、中、下三段,每段分别制作 1 组试件,每组 3 块。

4 试件高度与直径之比为 1.0~2.0,可根据试件软硬程度作适当调整,进行无侧限抗压强度试验。

5 应根据试件的高径比,按照公式(7.1.2)对试件的取芯强度 R 进行修正,获得修正后的取芯强度值 R' ;

$$R' = \beta R \quad (7.1.2)$$

式中: β ——高径比修正系数,按表 7.1.2 取取值。

表 7.1.2 高低比修正系数

高低比	< 4.75	1.11	1.20	1.48	1.67	1.85	2.00
β	0.85	0.89	0.93	0.98	0.97	0.95	1.00

7.1.3 支护、止水围护土体的成桩质量检验应符合下列规定：

- 1 宜在成桩 28 d 后进行钻孔取芯试验，取芯数量不少于总桩数的 2% 且不少于 3 根。
- 2 必要时可进行早期取芯试验，但取芯强度应达到设计要求的 28 d 强度。
- 3 对于搭接质量和止水效果，可在止水帷幕施工闭合后且达到养护时间要求的条件下，采用坑内降水观测法进行检验。

7.1.4 检验点应优先布置在下列部位：

- 1 有代表性的桩位。
- 2 施工过程中出现异常情况的部位。
- 3 地基情况复杂、可能对施工质量产生影响的部位。

7.1.5 取芯强度、标准贯入和载荷试验等项目的试验结果应符合设计要求。

7.2 路基工程

7.2.1 稳定土的主控项目应符合下列要求：

- 1 压实度、承载比、路基顶面弯沉值应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1) 的规定。
- 2 7 d 无侧限抗压强度应符合本标准表 3.2.7 的规定。

7.2.2 稳定土的一般项目的质量检验应符合下列要求：

- 1 应随机进行抽样检查，检查时施工原始记录应齐全完整。
- 2 加固体路基结构层应平整、坚实，无明显轮迹、翻浆、波浪、起皮等现象。

3 路肩边坡应密实、稳定、平顺。

4 外形的检查数量与允许偏差应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ)的规定。

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的用词;
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用词;
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,在条件许可时首先这样做的用词;
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用词,采用“可”。

2 标准中规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”。

引用标准名录

- 1 《通用硅酸盐水泥》(GB 175)
- 2 《水泥密度测定方法》(GB/T 208)
- 3 《水泥细度检验方法 筛析法》(GB/T 1345)
- 4 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》(GB/T 1346)
- 5 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)
- 6 《用于水泥中的火山灰质混合材料》(GB/T 2847)
- 7 《混凝土外加剂》(GB 8076)
- 8 《混凝土外加剂匀质性试验方法》(GB/T 8077)
- 9 《水泥取样方法》(GB 12573)
- 10 《水泥胶砂强度检验方法(ISO法)》(GB/T 17671)
- 11 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046)
- 12 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599)
- 13 《用于水泥和混凝土中的矿渣粉》(GB/T 20491)
- 14 《用于水泥中的工业副产石膏》(GB/T 21371)
- 15 《水泥胶砂中可溶性重金属的测定方法》(GB/T 20810)
- 16 《土工试验方法标准》(GB/T 50123)
- 17 《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1)
- 18 《城市道路路基设计规范》(CJJ 19)
- 19 《土壤固化剂应用技术标准》(CJJ/T 286)
- 20 《混凝土和砂浆用再生微粉》(GB/T 573)
- 21 《混凝土用水标准》(GB 63)

- 22 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(GJ/T 70)
- 23 《蒸养水泥土搅拌桩技术规范》(GJ/T 189)
- 24 《水泥土配合比设计规程》(GJ/T 233)
- 25 《公路土工试验规程》(TG 3430)
- 26 《公路路基施工技术规范》(TG/T 3610)
- 27 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTJ E51)
- 28 《公路桥涵施工技术规范》(TG/T 3650)
- 29 《地基处理技术规范》(DG/TJ 08—40)
- 30 《超高压喷射注浆技术标准》(DG/TJ 08—226)
- 31 《等厚度水泥土搅拌桩技术规范》(DG/TJ 08—224)
- 32 《五轴水泥土搅拌桩(墙)技术标准》(DG/TJ 08—227)
- 33 《全方位高压喷射注浆技术标准》(DG/TJ 08—228)