



T/CECS XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

固体废弃物综合利用处置技术规程

Technical specification for comprehensive utilization and disposal of
solid waste

×××出版社

中国工程建设标准化协会标准

固体废弃物在道路底基层及回填工程中的应
用技术规程

Technical specification for application of solid waste in subbase and
engineering backfill

T/CECS XXX—202X

主编单位：浙江中垚环保科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年×月×日

XXX 出版社

20×× X X

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2022]13 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 6 章，主要内容包括：总则、术语、材料、设计、施工、质量检验。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会 XXXX 归口管理，由浙江中垚环保科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给浙江中垚环保科技有限公司（地址：，邮编：，邮箱：）。

主 编 单 位：浙江中垚环保科技有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则	(6)
2 术 语	(7)
3 材 料	(8)
4 设 计	(10)
5 施 工	(14)
6 质量验收	(24)

Contents

1 总 则

1.0.1 为了指导和规范建筑垃圾、淤泥和采矿、轻工化工、钢铁冶金行业产生的一般固体废弃物在道路建设和回填工程中的综合利用处置工作,提升固体废弃物的资源利用率,做到节约资源、技术先进、经济合理、安全适用,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各级新建和改建公路及城镇道路底基层和回填工程中应用一般固体废弃物的设计、施工及质量验收。

1.0.3 固体废弃物在道路和回填工程中的应用除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 基土 Original soil

尚未掺入土壤固化剂的建设工程用土，可由一般固体废弃物和土壤混合组成。

2.0.2 固化土 stabilized soil

将固化剂、基土、固体废弃物、根据固化剂要求加入的无机结合料按需混合、压实和养生后，性能达到工程应用要求的土。

2.0.3 修复 Remediation

利用物理和化学的方法转化、固化土壤中的污染物，使其渗出的浓度降低到可接受水平，或将有毒有害的污染物转化为无害的物质的过程。

2.0.4 人造再生骨料 Composite recycled aggregate

以渣土或修复后的污染土为主要原料，通过压制成型得到的颗粒状骨料。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 固体废弃物转运、处理、处置设施的设置应纳入当地环境卫生设施专项规划。

3.1.2 制备固化土的原材料、生产过程应符合国家、地方有关环保规定。

3.1.3 水泥、石灰等原材料在储运过程中，应注意防水，避免受潮。

3.2 固体废弃物材料要求

3.2.1 用于生产固化土的固体废弃物中塑料、木块、植物根茎等有机杂物不宜超过 5%，不应超过 10%。

3.2.2 用于生产固化土的固体废弃物的放射性核素限量应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

3.2.3 用于生产固化土的固体废弃物可浸出危害成分浓度应符合现行国家标准《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499 的有关规定。不符合规定的固体废弃物，经修复后符合规定的，也可正常使用。

3.2.4 用于制造人造再生骨料的污染土经修复后，28d 浸出液中重金属含量最大值应符合现行国家标准《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499 的规定，并满足地方相关规定。

3.2.5 人造再生骨料的力学及物理性能应符合现行行业标准《工程渣土免烧再生制品》JG/T 575—2020 中第 6.1 条的规定。

3.3 一般材料基本要求

- 3.3.1 水泥应符合国家现行标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。
- 3.3.3 石膏应符合国家现行标准《建筑石膏》GB/T 9776 的规定。
- 3.3.4 生石灰应符合行业现行标准《建筑生石灰》JC/T 479 的规定。
- 3.3.5 消石灰应符合行业现行标准《建筑消石灰》JC/T 481 的规定。
- 3.3.7 A 类固化剂应符合行业现行标准《土壤固化外加剂》CJ/T 486 的规定。
- 3.3.8 B 类固化剂应符合现行行业标准《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286—2018 中第 3.0.1 条第 2 款的规定。
- 3.3.9 水应符合行业现行标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。
- 3.3.10 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 的规定。
- 3.3.11 粒化高炉矿渣粉、硅灰、石灰石粉、钢渣粉、磷渣粉、沸石粉等矿物废弃物应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 的规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 固化土材料组成的配合比设计和技术要求应根据道路等级与交通荷载,或设计地基承载力确定。

4.1.2 固化土组成材料应选用性能稳定的原材料。

4.1.3 固化土材料组成设计应按设计要求,选择技术经济合理的材料类型和配合比。

4.2 道路底基层配合比设计

4.2.1 道路底基层的设计应符合现行《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40及《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的相关规定。

4.2.2 混合料有机质含量不宜超过 5%, 不应超过 10%。

4.2.3 人造再生骨料粒径范围应为 0.075mm~56mm。

4.2.4 底基层固化土的 7d 龄期无侧限抗压强度应符合表 4.2.4 的规定,试验方法应符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 (T 0805) 的有关规定。

表 4.2.4 7d 龄期无侧限抗压强度 (MPa)

结构层	重交通	中、轻交通
底基层	2.0~4.0	1.0~3.0

4.2.5 用于不同公路等级、交通荷载等级道路底基层的固化土, CBR 强度标准应满足表 4.2.5 的规定,试验方法应符合《公路路基路面现场测试规程》JTG 3450 (T 0941、T 0945) 的有关规定。

表 4.2.5 CBR 强度

结构层	重交通	中、轻交通
底基层	≥80	≥60

4.2.6 底基层固化土的水稳性能应符合表 4.2.6 的规定，试验方法应符合《土壤固化外加剂》CJ/T 486（附录 B）的有关规定。

表 4.2.6 抗水性能

项目		性能指标
抗水性能	水稳系数 WSC (%)	≥80
	水稳系数比 WSCR	≥1.05

4.2.7 底基层固化土的 4h 凝结时间影响系数应不小于 90%，试验方法应符合《土壤固化外加剂》CJ/T 486（附录 A）的有关规定。

4.2.8 有抗冻性要求的地区，底基层固化土的 28d 抗冻性能应符合表 4.2.8 的规定，试验方法应符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51（T 0858）的有关规定。

表 4.2.8 抗冻性能

项目		性能指标
28d 抗冻性能	抗冻指数 (%)	≥80
	质量损失率 (%)	≤5

4.2.9 固化土的材料组成配合比设计应根据当地材料的特点，通过原材料性能的试验评定，选择适宜的无机结合料类型，确定固化土材料配合比设计的技术标准。配合比设计宜按照图 4.2.9 的步骤进行。

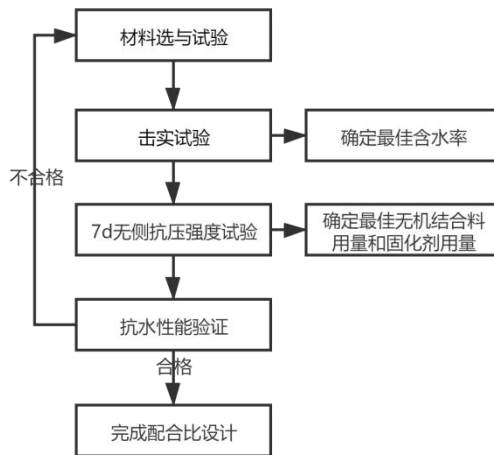


图 4.2.9 配合比设计流程图

4.2.10 配合比设计中，应选择不少于 3 个无机结合料剂量和 3 个固化剂掺量。当固化土抗压强度不足时，可加入部分骨料或人造再生骨料以提升强度。

4.2.11 按照《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTGE51 中 T 0804 击实试验确定最大、中间和最小 3 个无机结合料剂量条件下固化土材料的最佳含水率和最大干密度，其它两种无机结合料剂量的最佳含水率根据内插法确定。

4.2.12 应根据试验确定的最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同无机结合料剂量和固化剂掺量条件下固化土材料的 7d 无侧限抗压强度，确定满足设计要求的无机结合料剂。

4.2.13 针对满足要求的固化土材料分别开展抗水性能验证试验，对于不满足设计要求的需调整配合比，重新开展试验。

4.2.14 工地实际采用的水泥剂量应比室内试验确定的剂量增加 0.5%~1.0%。采用集中厂拌法施工时宜增加 0.5%，采用路拌法施工时宜增加 1.0%。

4.2.15 天气炎热或运距较远时，含水率可比室内试验确定的最佳含水率增加 1.0%~2.0%。

4.3 土方回填配方设计

4.3.1 道路土方回填的设计应符合现行《公路路基设计规范》JTG D30 相关的规定。

4.3.2 建筑地基土方回填的设计应符合《建筑地基基础工程施工规范》GB 55004 的相关规定。

4.3.3 控制混合料有机质含量 $\leq 5\%$ 。

4.3.4 采用击实试验确定固化土材料的最优含水量。

4.3.5 固化土材料的最大承载能力应不低于设计承载力。

5 施 工

5.1 道路施工一般规定

5.1.1 对于二级公路施工时推荐采用专用拌和设备拌制、摊铺机摊铺的施工工艺，对于二级以下公路基层或底基层施工时也可选择人工路拌、推土机摊铺、平地机整平的施工工艺。

5.1.2 底基层施工时宜在 2h 之内完成碾压成型。

5.1.3 施工期的日最低气温应在 5℃以上，施工后 72 小时内下雨应覆膜保护，不应在雨天进行施工。

5.2 施工准备

5.2.1 实验室应对工程土样进行土性检验和底基层配制试验，出具试验报告。施工单位应依据试验确认的配合比进行备料。

5.2.2 底基层施工应合理划分作业单元，每一单元面积宜为 1000m²~3000m²。施工前应按施工进度计划进行清理表土、平整土地、填洼铲高、测绘放线等准备工作。

5.2.3 施工前，应进行现场技术交底，明确各工序施工要点

5.3 路拌法施工

5.3.1 工艺说明：

1 路拌法施工宜采用层铺路拌法，其方法是在准备施工的路段上，将基土、固化剂和无机结合料就地逐层摊铺，用路拌机以及其他机械或人工就地拌和，形成混合料结构层；

2 路拌法施工的工艺流程宜按图 5.3.1 的顺序进行。

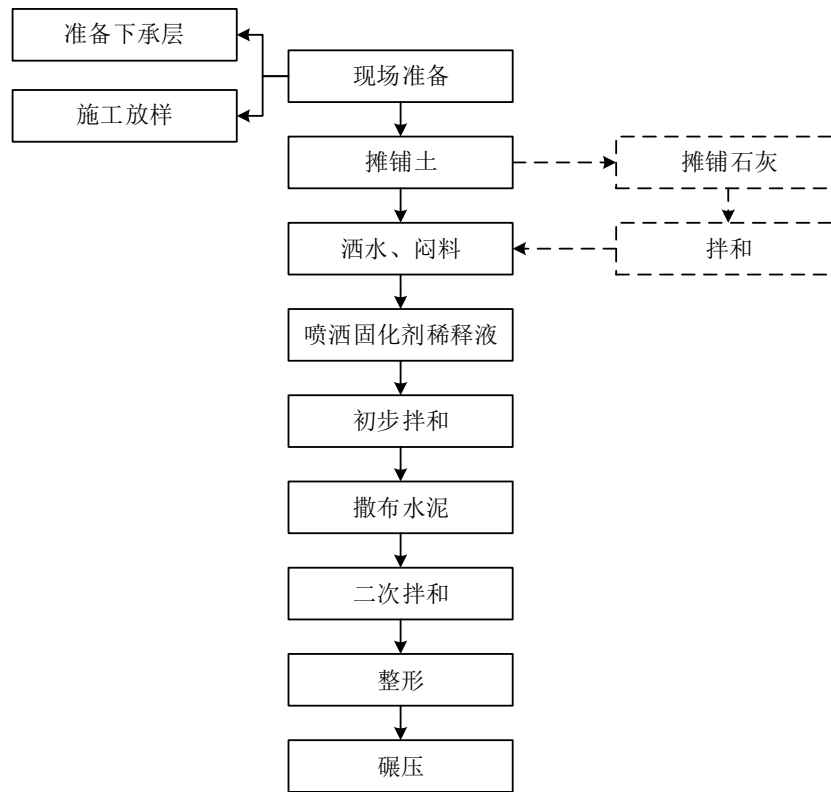


图 5.3.1 路拌法施工工艺流程

5.3.2 现场准备：

1 下承层存在低洼和坑洞时，应填补及压实，对搓板和槽辙应刮除，对松散应耙松洒水并重新碾压，达到平整密实；

2 下承层表面应平整、坚实，具有规定的路拱，按相关标准的规定验收合格后方可铺筑底基层；

3 施工放样。应在下承层上恢复中线，直线段应每 15m~20m 设一桩，平曲线段应 10m~15m 设一桩，并应在两侧路肩边缘外设指示桩，且用明显标记标出底基层边缘的设计高程。

5.3.3 摊铺固化土：

1 应在摊铺前事先通过试验确定固化土的松铺系数，每层不应大于 300mm；

2 将检验合格的基土在摊铺无机结合料的前一天运至施工路段进行摊铺，

摊铺过程中，应将土块、超尺寸颗粒及其它杂物拣除。当土中有较多土块时，应采用专用机械进行粉碎，无专用机械时，也可用旋转耕作机、圆盘耙等设备进行粉碎；

3 摊铺后的土层应平整，有一定的路拱，并应检验松铺土层的厚度；

4 当固化土中需要添加石灰时，应按照配合比设计结果计算每平方米所需石灰质量，并根据每运料车摊铺面积在已摊铺完成的土层上划出段落或格线卸料，人工定量、均匀地撒布、摊铺。摊铺时，应随时检查并与设计用量核对，如用量不足，则立即加以补充。石灰必须是经过消解并检验合格的消石灰，粒径不大于 10mm。

5.3.4 洒水、闷料：

1 土的含水率过小时，应在土层上洒水闷料一夜，洒水应均匀，洒水量宜较最佳含水率低 3%~5%；

2 对于需要添加石灰的综合固化土，应先将石灰和土拌和均匀后一起闷料。

5.3.5 喷洒液体固化剂稀释液：

1 液体固化剂使用前要充分摇匀，使沉淀充分溶解；

2 配制液体固化剂稀释液时，应根据混合料的实际含水率和最佳含水率以及设计的固化剂剂量来确定稀释比例；

3 喷洒液体固化剂稀释液。通过试喷，检查压力洒水车液流的压力，并根据用量调整车速和流量。为了保证均匀性，液体固化剂稀释液喷洒宜分两次进行，每次喷洒量为 50%。

5.3.6 初步拌和：

1 可采用路拌机或其它拌和机械沿路拌和，使液体固化剂稀释液或粉体固化剂和土充分混合；

2 采用专用固化土拌和设备拌和时，拌和次数不少于两遍，且应设专人随时检查拌和深度，并配合拌和设备操作员调整拌和深度，拌和深度应达稳定层底并宜侵入下承层不小于 5mm~10mm。严禁在拌和层底部留有素土夹层；

3 二级以下公路在没有专用拌和设备时，可采用农用旋转耕作机与多铧犁或平地机相配合拌和，拌和时间不可过长，拌和次数不少于四遍。

5.3.7 撒布水泥

1 按计算的每袋无机结合料摆放的纵横间距，在土层上做标记，并将当日施工用的无机结合料卸在做标记的地点，并检查有误遗漏和多余；

2 用刮板将无机结合料均匀摊开，路段表面应没有空白位置，也没有无机结合料过分集中的区域，每袋无机结合料的摊铺面积应相等。

5.3.8 二次拌和

1 采用初步拌和设备对摊铺水泥后的土进行二次拌和，拌和次数为 2 遍~3 遍；

2 拌和过程结束时，应及时检测含水率，含水率宜略大于最佳值。含水率不足时，宜用喷管式洒水车补充洒水；

3 拌和后的固化土应色泽一致，没有灰条、灰团和花面现象。

5.3.9 整形：

1 固化土拌和均匀后，应及时采用平地机进行初步整形。在初平的路段上，应用拖拉机、平地机或轮胎压路机快速碾压一遍；

2 整形前，对局部低洼处应用齿耙将其表层 50mm 以上的材料耙松，并用新拌的混合料找平，再碾压一遍；

3 应用平地机再整形一次，应将高出料直接刮出路外，严禁形成薄层贴补现象；

4 反复整形，直至满足技术要求，每次整形都应达到规定的坡度和路拱；

5 人工整形时，应用锹和耙先将混合料摊平，用路拱板整形。用拖拉机初压 1 遍~2 遍后，应根据实测松铺系数，确定纵横断面高程，并设置标记和挂线。

5.3.10 碾压：

1 应根据路宽、压路机的轮宽和轮距的不同，制定碾压方案，使各部分碾压到的次数尽量相同，路面的两侧多压 2 遍~3 遍；

2 整形后对结构层进行全宽碾压。在直线段和不设超高的平曲线段，宜从两侧路肩向路中心碾压，且轮迹应重叠 1/2 轮宽，后轮应超过两段的接缝处。碾压次数宜为 2~4 遍；

3 压路机前两遍的碾压速度宜为 1.5 km/h~1.7km/h，以后宜为 2.0 km/h ~2.5km/h；

4 采用人工摊铺和整形的固化土，宜先用拖拉机或轮胎压路机碾压 1 遍~2 遍，再用重型压路机碾压；

5 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上掉头或紧急制动；

6 碾压过程中，固化土的表面应始终保持湿润，水分蒸发过快时，宜及时补洒少量的水，严禁大量洒水；

7 碾压过程中，有“弹簧”、松散、起皮等现象时，应及时翻开重新拌和或用其它方法处理；

8 在碾压结束前，应用平地机终平一次，纵坡、路拱和超高应符合设计要求。终平时，应将局部高出部分刮除并扫出路外，对局部低洼之处，不再找补；

9 碾压应达到要求的压实度，碾压成型后的表面应平整、无轮迹。

5.4 厂拌法施工

5.4.1 工艺说明：

1 厂拌法施工指在固定的拌和工厂或移动式拌和站，采用专用拌和设备将土、固化剂和无机结合料集中拌制成混合料，通过运输车运送至现场摊铺的施工方法；

2 厂拌法施工的工艺流程宜按图 5.4.1 的顺序进行。

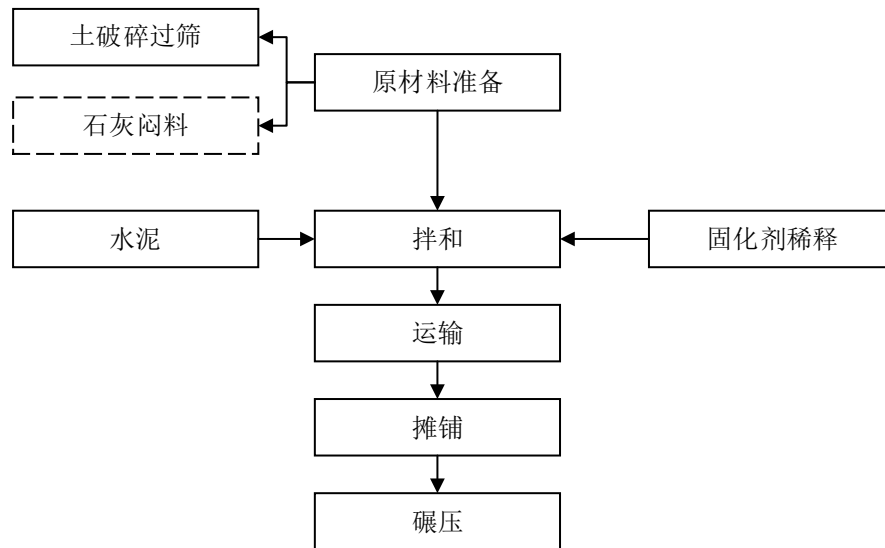


图 5.4.1 厂拌法施工工艺流程

5.4.2 原材料准备：

1 厂拌法拌和设备宜采用强制式搅拌机，并配备水泥料仓、储水罐、固化剂存储罐等，拌和机的拌和能力应与现场摊铺能力相匹配。各类原材料存储设备应具有独立的计量系统，确保固化土配合比满足设计要求；

2 土块应粉碎，最大尺寸应不大于 15mm，且宜采取覆盖措施，防止雨淋。固化剂应按照设计剂量预先加入到水中进行稀释；

3 对于需要添加石灰的固化土，需要提前 3d~7d 将石灰与土拌和后一起闷料。

5.4.3 拌和：

1 在正式拌制固化土之前，应通过设备调试使固化土的含水率等满足配合比设计要求；

2 应保证固化土在拌缸中具有足够的拌和时间，保证固化土材料的均匀性；

- 3 天气炎热或运距较远时，固化土拌和时宜适当增加 1%~2%的含水率。

5.4.4 运输：

- 1 应根据工程量的大小和运距的长短，配备足够数量的固化土运输车；
- 2 固化土运输车装好料后应尽快运送到铺筑现场，并采用篷布进行覆盖，减少路途或现场排队等候造成的水分散失。

5.4.5 摊铺：

- 1 固化土摊铺应保证足够的厚度，碾压成型后每层的摊铺厚度不小于 160mm，最大厚度宜不大于 200mm；
- 2 应在下承层施工质量检测合格后，开始摊铺上面结构层；
- 3 对无法使用机械摊铺的超宽路段，应采用人工同步摊铺、修正，并同时碾压成型。

5.4.6 碾压：

- 1 应根据施工情况配备足够的碾压设备，并安排专人负责指挥碾压，严禁漏压和产生轮迹；
- 2 采用钢轮压路机初压时，宜采用双钢轮压路机稳压 2 遍~3 遍，再用重型振动压路机、三轮压路机或轮胎压路机继续碾压密实，最后采用双钢轮压路机碾压消除轮迹或采用凸块式压路机碾压收面；
- 3 采用轮胎压路机初压时，应采用 25t 以上的重胶轮压路机稳压 1 遍~2 遍，错轮不超过 1/3 的轮迹带宽带，再采用重型振动压路机碾压密实，最后采用双钢轮压路机碾压，消除轮迹；
- 4 碾压过程中若出现软“弹簧”、松散、起皮现象时，应及时将该路段固化土挖出，重新换填新料碾压；
- 5 碾压应达到要求的压实度，碾压成型后的表面应平整、无轮迹。

5.5 接缝处理

5.5.1 同日施工的两个工作段，前一段拌和整形后，留 5m~8m 不碾压，后一段施工时，在前一段的未压部分再加部分水泥重新拌和，并与后一段一起碾压。

5.5.2 每天最后一段施工缝的做法应符合下列规定：

1 在已碾压完成的稳定材料层的末端挖出一条横贯路宽、宽约 300mm 的槽，直至下承层顶面。在槽内放置两根与压实厚度等厚、长为全宽一半的方木紧贴已碾压完成的端面；

2 用原挖出的材料回填槽内其余部分；

3 第二天邻接作业段拌和后除去方木，用固化土材料回填；

4 靠近方木未能拌和的一小段，应人工补充拌和；

5 整平时，接缝处的稳定材料应较已完成断面高出约 50mm；

6 新稳定材料碾压过程中，应将接缝处修整平顺。

5.5.3 应避免出现纵向接缝。分两幅施工时，纵缝应垂直相接，并应符合下列规定：

1 前一幅施工时，在靠中央一侧应用与稳定材料层的压实厚度相同的方木或钢模板作支撑；

2 混合料拌和结束后，靠近支撑的部分，应人工补充拌和，再整形和碾压；

3 应在铺筑后一幅之前拆除支撑；

4 后一幅稳定材料拌和结束后，靠近前一幅的部分，宜人工补充拌和，再整形和碾压。

5.6 养护

5.6.1 碾压完成后，经压实度检查合格后应立即开始养护，养护期不得少于 7d。

5.6.2 养护可采取洒水养护、薄膜覆盖养护、土工布覆盖养护、草帘覆盖养护等方式，宜

结合工程实际情况选择适宜的养护方式，始终保持固化土层表面湿润。

5.6.3 养护期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外严禁其他车辆通行。

5.7 土方回填

5.7.1 永久性土方回填的边坡坡度应符合设计要求。使用时间较长的临时性土方回填的边坡坡度，应根据当地经验或通过稳定性计算确定。

5.7.2 回填土料应符合设计要求，土料含水量应满足压实要求。

5.7.3 回填土料最大粒径不应大于每层铺填厚度的 $2/3$ ，铺填时大块料不应集中，且不得回填在分段接头处。

5.7.4 土方回填前，应根据工程特点、土料性质、设计压实系数、施工条件等合理选择压实机具，并确定回填土料含水量控制范围、铺土厚度、压实遍数等施工参数。重要土方回填工程或采用新型压实机具的，应通过填土压实试验确定施工参数。

5.7.5 黏土或排水不良的砂土作为回填土料的，其最优含水量与相应的最大干容重，宜通过击实试验测定或通过计算确定。黏土的施工含水量与最优含水量之差可控制为 $-4\% \sim +2\%$ ，使用振动碾时，可控制为 $-6\% \sim +2\%$ 。

5.7.6 回填压实施工应符合下列规定：

- 1** 轮（夯）迹应相互搭接，机械压实应控制行驶速度。
- 2** 在建筑物转角、空间狭小等机械压实不能作业的区域，可采用人工压实的方法。
- 3** 回填面积较大的区域，应采取分层、分块（段）回填压实的方法，各块（段）交界面应设置成斜坡形，碾迹应重叠 $0.5\text{m} \sim 1.0\text{m}$ ，填土施工时的分层厚度及压实遍数应符合设计规定，上、下层交界面应错开，错开距离不应小于 1m 。

5.7.7 土方回填应按设计要求预留沉降量或根据工程性质、回填高度、土料种类、压实系数、地基情况等确定。

5.7.8 基坑土方回填应符合下列规定：

1 基础外墙有防水要求的，应在外墙防水施工完毕且验收合格后方可回填，防水层外侧宜设置保护层；

2 基坑边坡或围护墙与基础外墙之间的土方回填，应与基础结构及基坑换撑施工工况保持一致，以回填作为基坑换撑的，应根据地下结构层数、设计工况分阶段进行土方回填，基坑设置混凝土或钢换撑带的，换撑带底部应采取保证回填密实的措施；

3 宜对称、均衡地进行土方回填；

4 回填较深的基坑，土方回填应控制降落高度。

6 质量验收

6.1 一般规定

6.1.1 固化土施工质量要求与检查验收除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家相关标准、行业标准的规定。

6.1.2 固化土施工应健全施工规章制度。施工、试验、检测、验收资料应齐全、数据准确。

6.2 主控项目

6.2.1 原材料应符合下列规定：

1 固化剂质量验收应按现行行业标准《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286—2018 中第 7.2.1 条执行。

2 基土中有机质含量不宜超过 5%，不应超过 10%，基土中石料最大粒径不应大于 40mm。检测方法应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行。

检查数量：相同土质每个工程项目至少检验一次。

检验方法：检查检测报告。

3 水泥强度不低于 42.5 级。检测方法应按现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 执行。

检查数量：按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装水泥不超过 200t 为一检验批，散装水泥不超过 500t 为一检验批，每个检验批检验一次。

水泥储存期超过 3 个月或受潮，应进行性能试验，合格后方可使用。

检验方法：核查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

4 生石灰应按现行行业标准《建筑生石灰》JC/T 479 执行；消石灰性能检测方法应按现行行业标准《建筑消石灰》JC/T 481 执行。

检查数量：以班产量或日产量为一个检验批，每个检验批检验一次。

检验方法：核查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

5 粉煤灰应按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 执行。

检查数量：按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的粉煤灰，不超过 500t 为一检验批，每个检验批检验一次。

检验方法：核查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

6.2.2 固化土性能应符合本标准第 4.2 节的规定，其中 7d 无侧限抗压强度应每 2000m² 检查 1 组，检验方法为现场取样成型和核查检测报告；其他项目应在相同配合比、相同工艺下至少检验一次，检验方法为核查检测报告。

6.2.3 道路底基层压实度应满足设计要求。

检查数量：以每 1000m²，每压实层抽检一组。

检验方法：核查检测报告。

6.2.4 固化土 28 天浸出液重金属含量应符合现行国家标准《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499 的规定，检测方法应按现行国家标准《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》GB 5085.3 执行。

检查数量：相同配合比、相同工艺，至少检验一次。

检验方法：检查检测报告。

6.2.5 土方回填施工标高和分层压实系数应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 竣工后外形的检查数量与允许偏差

序号	检查项目	允许偏差或允许值					检查方法
		桩基、基坑、 基槽	场地平整		管沟	地（路）	
			人工	机械			
1	标高	-50	±30	±50	-50	-50	水准仪
2	分层压实系数	设计要求					按规定方法

6.3 一般项目

6.3.1 应随机进行抽样检查。检查时施工原始记录应齐全完整。

6.3.2 道路底基层工程竣工后的固化土结构层应表面坚实、平整、稳定、路拱合适、排水良好，竣工后外形的检查数量与允许偏差应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 竣工后外形的检查数量与允许偏差

项目	允许偏差	检验频率			检验方法	
		范围	点数			
中线偏位（mm）	≤20	100m	1		用经纬仪测量	
纵断高程（mm）	±20	20m	1		用水准仪测量	
平整度（mm）	≤15	20m	路宽	<9	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺取较大值
				9~15	2	
				>15	3	
宽度（mm）	不小于设计规定	40m	1		用钢尺量	
横坡	±0.3%且不返坡	20m	路宽	<9	2	用水准仪测量
				9~15	4	
				>15	6	
厚度（mm）	±10	1000m ²	1		用钢尺量	

6.3.3 土方回填检验标准应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 竣工后外形的检查数量与允许偏差

序号	检查项目	允许偏差或允许值					检查方法
		桩基、基坑、 基槽	场地平整		管沟	地（路）	
			人工	机械			
1	回填土料	设计要求					取样检查或直观鉴别

续表 6.3.3

序号	检查项目	允许偏差或允许值					检查方法
		桩基、基坑、 基槽	场地平整		管沟	地（路）	
			人工	机械			
2	分层厚度及含水量	设计要求					取样检查或直 观鉴别
3	表面平整度	20	20	30	20	20	用靠尺或水准 仪

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596
- 《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》 GB 5085.3
- 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 《建筑石膏》 GB/T 9776
- 《建设用砂》 GB/T 14684
- 《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》 GB/T 25499
- 《矿物掺合料应用技术规范》 GB/T 51003
- 《建筑地基基础工程施工规范》 GB 51004
- 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 《土壤固化外加剂》 CJ/T 486
- 《土壤固化剂应用技术标准》 CJJ/T 286—2018
- 《建筑生石灰》 JC/T 479
- 《建筑消石灰》 JC/T 481
- 《工程渣土免烧再生制品》 JG/T 575—2020
- 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 《公路路基设计规范》 JTG D30
- 《公路水泥混凝土路面设计规范》 JTG D40
- 《公路沥青路面设计规范》 JTG D50
- 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》 JTG E51

《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20-2015

中国工程建设标准化协会标准

固体废弃物综合利用处置技术规程

T/CECS XXX-202X

条文说明

制定说明

本规程制定过程中，编制组进行了深入的调查研究，总结了我国固体废弃物在道路路基及建筑填方中应用的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过固体废弃物制造固化土的无侧限抗压强度、固化时间、抗水性能、抗冻性能的试验研究，取得了固化土在配方设计和施工中的重要技术参数。

我国固体废物资源化程度目前处于较低水平，将近 80% 的固体废弃物作为废物排放造成环境污染。国家致力于固体废物资源化的实践与研究，实现固体废物资源化和无害化，使其获得有效利用，实现可持续发展。为保障固体废弃物在处置过程中实现无害化、零排放，性能达到工程相关标准要求，我公司通过使用特制固化剂、土壤改良复合制剂和渣土处理系统，实现建筑垃圾、渣土的完全转化，现已取得一定的实际工程应用。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《固体废物综合利用处置技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	(6)
2 术 语	(7)
3 材 料	(8)
4 设 计	(10)
5 施 工	(14)
6 质量验收	(24)

1 总 则

1.0.1 为保障固体废弃物在处置过程中实现无害化、零排放，性能达到工程相关标准要求，我公司通过使用特制固化剂、土壤改良复合制剂和渣土处理系统，实现建筑垃圾、渣土的完全转化，在实际工程中获得良好应用。

1.0.2 在道路底基层及回填工程中，能获得利用固体废弃物主要包括：建筑垃圾指工程渣土、工程泥浆、修复后的土壤及工程垃圾、拆除垃圾和装修垃圾中所产生的弃土；淤泥是指河道、污水处理、生活供水等企业产生的污泥；一般工业固废是指按 GB/T 39198-2020《一般固体废物分类与代码》中规定的类别代码为 21、29 来源于采矿产生的一般固体废弃物，代码为 41、42、43、44、46、49 来源轻工、化工、医药和建材等行业产生的一般固体废弃物，代码为 51、52、53、54、59 来源于钢铁、有色冶金等行业产生的一般固体废弃物，代码为 61、62、63、64、65、66、99 来源于非特定行业生产过程中产生的一般固体废弃物。

1.0.3 本规程在符合新修订《固废法》的前提下，加强大宗固废和建筑垃圾分类处理和回收利用，规范大宗固废垃圾堆存、中转和资源化利用场所建设和运营，提高大宗固废综合利用产品应用。

2 术 语

2.0.1 一般固体废弃物经处理后可作为基土的组成部分使用。

2.0.2 固化剂分为与无机结合料混合使用的 A 类土壤固化剂和与无机结合料复掺使用的 B 类土壤固化剂。

2.0.3 修复后的污染土 28d 浸出液中重金属含量最大值符合规定, 不会对环境产生危害。

2.0.4 人造再生骨料主要是将修复后的污染土或者渣土通过压制制作成不同级配的颗粒状物料, 用于代替天然石子等材料形成支撑。是修复后的污染土的主要应用方式。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 参考现行行业标准《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134 规定建筑垃圾转运、处理、处置设施的设置应纳入当地环境卫生设施专项规划。对固体废弃物处置做出类似要求。

3.1.2 固化土成品的性能需根据实际施工需求进行设计,对原材料质量也有不同的要求,需要通过质量检验进行监控,样品数量应满足现行试验规程或相关设计文件中规定的试验样本数量。

3.1.3 原材料中水泥、石灰等原材料容易受水分影响,导致性能降低,储运过程中需格外注意防水防潮。

3.2 固体废弃物材料要求

3.2.1 收集固体废弃物时需注意去除有害的有机杂物。

3.2.2、3.2.3 对固体废弃物的一般环境安全规定。

3.2.4 参考现行行标《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286,污染土经过修复后,其 28d 浸出液重金属含量符合相关规定,不会对未污染区域造成二次污染,便可允许使用。但各地方对污染土应用的规定有所不同,仍需按照相关规定进行。

3.2.5 在本规程应用中,修复后的污染土通常根据颗粒级配通过压制成型需要制作成颗粒状的人造再生骨料应用于道路底基层或回填工程。人造再生骨料类同免烧渣土球,其性能要求可进行参照。

3.3 一般材料基本要求

3.2.1~3.2.10 道路建设用的固化土以固体废弃物为主要原料，掺入少量水泥、混合砂、石膏、石灰、外加剂、固化剂等辅助材料制成。辅助材料性能需满足相应国家现行标准。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1~4.1.3 综合《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20-2015/《公路工程利用建筑垃圾技术规范》JTG/T 2321、《道路固化土用用技术规程》T/CECS 737等标准对混合料配方设计的一般规定，对材料配方设计提出一般性要求。

4.2 道路底基层配合比设计

4.2.1 道路底基层工程设计符合现行行业标准相关规定。

4.2.2 有机质容易因降解导致基层结构破坏，性能下降。

4.2.3 《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20-2015 给出稳定级配推荐，材料粒径应控制在 0.075mm~56mm 以满足使用需求。

4.2.4、4.2.5 固化土适用于二级及二级以下公路，中交通和中、轻交通道路的底基层建设，暂不适用于高速公路和一级公路和极重交通，强度需满足工程需求。7d 龄期无侧限抗压强度按《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51（T 0805）进行试验，CBR 值按《公路路基路面现场测试规程》JTG 3450（T 0941、T 0945）进行试验。

4.2.6 避免路基在雨水侵蚀等情况下发生破坏，按《土壤固化外加剂》CJ/T 486（附录 B）进行试验。

4.2.7 降低施工时间对性能的影响，按《土壤固化外加剂》CJ/T 486（附录 A）进行试验。

4.2.8 适用于北方或高海拔等低温地区，按《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51（T 0858）进行试验。

4.2.9 固化土原材料的选择需考虑工作效率、取材难度和经济性，不同原材料选

择导致的性能差异需要通过试验进行确定。

4.2.10 在配合比设计过程中，通过多个配合比性能的交叉对比，帮助设计者更充分了解无机结合料和固化剂剂量对固化土性能的影响，为确定最佳配方提供依据。由于原材料的差异性，配合比试验有较大的必要性。不同抗压强度要求下的黏土类固化土配合比可参照表 1。

表 1 配合比设计表

序号	抗压强度 (MPa)	固化剂 (kg)	土 (含水率 20%±2%) (kg)	水泥 (kg)
1	0.3	4	966	30
2	0.5	4	956	40
3	1	5	935	60
4	1.5	5	925	70
5	2	6	914	80
6	≥2.5	6	894	100

注：参考配合比为温州沿海部分地区黏土经试验所得，仅供参考，具体须通过试验确定。

4.2.11 最佳含水率与无机结合料剂量存在相关关系，通过击实试验确定大、中、小三个无机结合料剂量的最佳含水率之后，可以通过内插法计算剩下两种最佳含水率。

4.2.12~4.2.15 确认最佳含水率、最大干密度及压实度要求后根据要求制作标准试件，之后逐步开展 7d 无侧限抗压强、抗水性能试验，并排除不满足要求的配合比。

4.3 土方回填配方设计

4.3.1~4.3.5 参考《公路路基设计规范》JTG D30 中填方路基，《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 中对基坑回填材料的要求，固化土配方设计需符合设计承载力、水分和有机质含量要求。建筑地基土方回填工程包括基坑(槽)，活动场地，体育场地，临时场地和其他类似场地，不含铁路、机场、水利和重荷载及

特殊土等场地。

5 施工工艺

5.1 道路施工一般规定

5.1.1 稳固的路基是道路工程施工的前提,直接影响到道路的使用质量和服务水平,应十分重视地基处理。

5.1.2 固化土的施工,需要在固化土混合料凝结时间内完成。

5.1.3 一般情况下以水泥的凝结时间作为参考,在添加缓凝型外加剂时,可适当延长。因而施工前进行测绘、划线、分块合理是固化土施工必要措施。

5.2 施工准备

5.2.1 试验技术文件应进行留档。

5.2.2~5.2.3 施工现场勘查的内容主要包括土源远近、施工道路、行车路线、沿线障碍、管线等,以及属地天气气候水文条件等,道路固化土的施工是一个复杂的系统工程,为了确保工程质量,施工前需要根据施工现场的具体条件,编制施工技术组织和施工组织方案。

5.3 路拌法施工

5.3.1 在固化土工程没有条件采取厂拌法集中搅拌的时候,可以采取路拌法施工。

5.3.2 土料和胶结料的摊铺,不论是机械还是人工辅助摊铺,都必须摊铺厚薄均匀,否则会影响混合的均匀性和性能的偏差。土料的松铺系数一般是因土料不同而异的,需要在试验段中取得具体数据

5.3.3~5.3.8 固化土混合料的拌和均匀是保证施工质量的基本条件,液体固化

剂应调配成稀释液后喷洒，粉体固化剂应直接拌入固化土。包括干拌、加入土壤固化外加剂和水后的湿拌，要经常检验拌和物的匀质性，拌和必须达到下层，层底不得留有未掺拌的“土料”夹层，边缘不得留有土料或混合料未拌和的空白区。局部采用人工补拌。过干过湿、过厚过薄以及轮印沟槽是路拌法都要十分关注弊病。尽可能地采用高效路拌机和联合机组，以便较好的控制加水和外加剂量、拌和的均匀度。

5.3.9、5.3.10 规定了碾压和整平施工的要求。这道工序决定了工程的外观质量和内在强度。其中碾压遍数应按照试验段现场试验确定，本条取经验值。在碾压和整平过程中要及时铲高补低，否则容易出现分层结皮等现象。

5.4 厂拌法施工

5.4.1 有条件应尽可能的采用厂拌法施工。大型工程可以设立固化土拌和站；小型工程可以采用移动式拌和机组。无论拌和站还是拌和机组，要求拌和机是强力高效的，保证混合料拌和的均匀性。

5.4.2~5.4.6 厂拌法作业，需要控制在固化土的凝结时间内完成拌和、运输到摊铺、碾压。

5.5 接缝处理

5.5.1~5.5.3 材料受温度、水分等因素影响有季节性的收缩膨胀，需预留一定的接缝。

5.6 养护

5.6.1~5.6.3 固化土施工作业层养护条件、方式、时间及成品保护措施应规范进行，在洒水后应采用塑料薄膜覆盖，避免水分蒸发，保证有效的养护条件。

不推荐使用毡布类材料覆盖，这类材料不易保持水分。固化土早期强度的形成和发展应在 30d 左右。在条件许可的条件下，适当延长养护时间，对固化土强度的发展有利。

5.7 土方回填

5.7.1~5.7.8 建筑土石方回填工程应符合现行国标《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004-2015（8.5）相关施工要求。

6 质量验收

6.1 一般规定

6.1.1~6.1.2 参照现行行标《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286-2018，。施工过程中的资料应保存完整，道路施工资料应包括下列内容，土方回填工程资料按实际施工要求进行：

1 测量资料

施工前原地形平面、标高测量以满足编制施工方案和计算土方量的要求。填土工程完成后再进行测量平面、标高和边坡的测量。

2 施工方案应包括下列内容：

- 1) 工程概况；
- 2) 材料、配合比；
- 3) 运输、摊铺、压实、施工方法；
- 4) 质量标准与保证措施；
- 5) 施工安全措施；
- 6) 文明施工措施；
- 7) 现场道路、围墙、堆料、进料、机械平面布置图和运输路线图；
- 8) 机械、劳动力计划表；
- 9) 施工进度计划表；
- 10) 技术经济指标比较、分析表等。

3 施工记录表应包括下列内容：

- 1) 施工日志；
- 2) 施工过程记录表（如拌合、整形、碾压时间、施工温度、焖料时间、摊铺厚度、压路机碾压速度、压实遍数等）；

- 3) 隐蔽验收记录;
- 4) 养生记录。
- 4 必检项目出厂合格证及检测报告单应包括下列内容:
 - 1) 固化剂出厂合格证和检测报告单 (含凝结时间影响系数比、无侧限抗压强度比, 水稳系数比);
 - 2) 无侧限抗压强度检测报告单;
 - 3) 压实系数、干密度检测报告。
- 5 选检项目出厂合格证及检测报告单应包括下列内容:
 - 1) 水泥出厂合格证和检测报告单;
 - 2) 其他无机掺合料出厂合格证和检测报告单;
 - 3) 含水率;
 - 4) 水稳系数;
 - 5) CBR 试验报告单;
 - 6) 土壤有害沉积物、有害金属元素、固体废物等有害物质检测报告;
 - 7) 回弹模量;
 - 8) 4 小时凝结时间影响系数;
 - 9) 抗冻性检测报告;
 - 10) 基土土工试验 (如天然含水率、PH 值、液限、塑限) 检测报告;
 - 11) 土中有机质含量测定报告;
 - 12) 收缩性试验报告;
 - 13) 道路弯沉值试验报告;
 - 14) 抗滑性、耐磨性试验报告。
- 6 分项工程和检验批质量检查验收记录
- 7 工程预算、结算表

6.2 主控项目

6.2.1 对固化土常用原材料的质量检验做出规定。在工程时间中，某些本标准未列出的原材料，也应符合国家现行标准。

6.2.2 根据本标准第 4.2 节的要求，对固化土性能的检验内容，检查数量和检验方法做出规定。对固化土抗冻性能指标，由于各地区环境因素不一致，是否做相应的检验视具体情况而定。

6.2.3~6.2.5 对道路底基层和回填工程中的质量要求、检查数量和检验方法做出规定。固化土压实度要求和试验方法按现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 执行。

6.3 一般项目

6.3.1~6.3.2 道路底基层施工作为道路工程中的一个环节，其施工质量关系到工程整体的质量控制。工程整体施工完成后需要进行质量检测。

6.3.3 本条规定了回填工程中的施工质量要求。