

ICS 93.160

CCS P 55

团 体 标 准

T/ZWCHEMA002-2024

疏浚淤泥固化筑堤技术规范

Technical Code for Dredging Sludge Solidification and Embankment Construction

2024 - 04 -29 发布

2024 - 04-29 实施

浙江省水利水电工程协会发布

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 总体要求..... | 2 |
| 5 设计..... | 2 |
| 5.1 一般规定..... | 2 |
| 5.2 淤泥固化堤断面设计..... | 3 |
| 5.3 淤泥固化堤结构安全..... | 3 |
| 6 材料要求..... | 3 |
| 6.1 淤泥..... | 3 |
| 6.2 混合料..... | 4 |
| 7 固化土及固化试验..... | 4 |
| 7.1 固化土技术要求..... | 4 |
| 7.2 固化试验..... | 4 |
| 8 施工..... | 5 |
| 8.1 施工准备..... | 5 |
| 8.2 施工总布置..... | 5 |
| 8.3 施工度汛..... | 5 |
| 8.4 施工工序..... | 6 |
| 8.5 施工技术要求..... | 6 |
| 9 工程质量检验与评定..... | 6 |
| 9.1 基本要求..... | 7 |
| 9.2 质量检验..... | 7 |
| 9.3 质量评定..... | 7 |
| 附录 A（资料性） 淤泥固化堤断面结构示意图..... | 8 |
| 附录 B（规范性） 淤泥固化土填筑单元工程施工质量标准..... | 10 |
| 参考文献..... | 11 |

前 言

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

本文件的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省水利水电工程管理协会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：浙江广川工程咨询有限公司、浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）、宁波高新区围海工程技术开发有限公司、浙江广川工程项目管理有限公司、温州市洞头区水库海塘和水资源管理中心。

本文件主要起草人：吴文华、傅理文、史燕南、黄海珍、韩海骞、黄凯文、潘海平、郭敏、孙德勇、张超杰、彭渊、俞元洪、王文双、王良、田刚、仇健、庞华、钱王峰、熊志福、兰立伟、金爱妹、胡卫星。

本文件为首次发布。

引 言

为规范疏浚淤泥固化筑堤设计、施工质量，提升生态环境治理效果，以清淤及淤泥处理利用的相关标准和研究成果为指引，结合我省实际，凝练工程经验，编制本文件。

疏浚淤泥含水率高、成分复杂，含多种污染物，通过无害化、稳定化等处理方法，可作为筑堤材料进行资源化利用，避免对环境的污染危害。疏浚淤泥固化筑堤涉及工程勘测、设计、筑堤材料选用、施工、验收等环节，本文件通过总结疏浚淤泥处理研究成果、淤泥固化筑堤实践经验，结合现行堤防建设技术，提出切实可行、科学合理、操作性强的技术要求和措施，力求实现淤泥高质、绿色、规模化的资源利用。

疏浚淤泥固化筑堤技术规范

1 范围

本文件规定了疏浚淤泥固化筑堤技术的总体要求、设计、材料要求、固化土及固化试验、施工、工程质量检验与质量评定等内容。

本文件适用于江河、湖泊、水库、山塘、池塘等疏浚淤泥固化筑堤技术应用与管理。非疏浚淤泥固化筑堤可参照执行。

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 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 17641 土工合成材料 裂膜丝机织土工布
- GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB 50201 防洪标准
- GB 50286 堤防工程设计规范
- SL 17 疏浚与吹填工程技术规范
- SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
- SL 223 水利水电建设工程验收规程
- SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- HJ/T 299 固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法
- DB33/T 1337 河湖水库清淤技术规程

3 术语和定义

DB33/T 1337界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

疏浚淤泥 dredging sludge

通过机械设备对河湖库塘底部的淤泥进行切割、冲水、搅拌形成泥水混合物并泵送至岸上堆场的清淤方式所形成的含水量高，体积大，强度极低的淤泥。疏浚淤泥一般呈现流泥状或浮泥状。

3.2

淤泥固化 sludge solidification

在淤泥中掺入固化剂材料后并拌合，通过固化剂的物理和化学作用提高淤泥土体的强度和承载力，改善其变形特性或渗透特性的处理方式。

3.3

淤泥固化堤 embankment using solidified sludge

疏浚淤泥进行固化处理后作为主要填筑材料用于修筑堤防、隔堤、临时道路路堤等设施，形成的具有一定防洪、防渗、交通等功能的土石堤坝体。

4 总体要求

4.1 淤泥固化堤建设应遵循“安全适用、生态环保、技术先进、经济合理、节约土地”的原则，做到因地制宜、节约资源和保护环境。

4.2 淤泥固化堤的物理力学指标应满足堤坝的强度、防渗和变形要求，化学和生物指标应满足环境保护要求。

4.3 淤泥固化堤施工应满足施工期度汛要求，施工期间应对固化土填筑体作必要的保护。

4.4 淤泥固化堤建设需要的地形测量和地质勘察工作，应遵循堤防工程勘测、设计和施工的相关要求。

4.5 淤泥固化堤施工应开展固化土强度、含水率、干密度和堤身沉降变形的动态监测和检测，指导和优化施工方案。

4.6 淤泥固化筑堤除按本文件执行，应符合 GB 50286 等现行堤防建设相关规范要求。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 淤泥固化堤应满足稳定、应力、变形、渗流控制等方面的要求，还应兼顾生态、周边环境与景观要求。具有交通功能的，还要满足交通荷载对沉降变形的要求。

5.1.2 淤泥固化堤的建筑物级别应按照 SL 252、GB 50201、GB 50286 的要求进行确定。

5.1.3 淤泥固化堤的建筑物洪水标准应按照 SL 252、GB 50201、GB 50286 的要求进行确定。

5.1.4 淤泥固化堤的建筑物抗震要求应按照 GB 50286 的规定。

5.1.5 淤泥固化堤应采用淤泥固化土为主进行填筑或者采用淤泥固化土和常规土石料组合分区填筑，共同形成满足功能要求的堤坝结构。

5.1.6 淤泥固化堤的地基为软土地基时，应根据整体稳定和变形控制的需要进行地基处理。地基处理的方式和方法应满足 GB 50286 及相关规范的要求。

5.1.7 淤泥固化堤应根据土料来源、工期、施工条件和工程造价进行方案比较，宜根据固化土专项试验确定固化剂种类和掺入配比。

5.2 淤泥固化堤断面设计

- 5.2.1 堤顶高程、堤顶宽度和堤顶结构应符合 GB 50286 的相关要求。
- 5.2.2 堤身结构根据填筑材料来源可以分区布置，参见附录 A。堤身填筑的淤泥固化土应采用常规土石方或挡墙保护，淤泥固化土保护层厚度宜为 30cm~80cm。
- 5.2.3 刚拌合的淤泥固化土具有流动性，应根据分层填筑施工成形的需要，分别采用模袋淤泥固化土或普通淤泥固化土。模袋淤泥固化土采用土工布固定成形，普通淤泥固化土采用挡墙、开挖边坡或临时模板支撑成形。分层填筑厚度宜为 30cm~50cm。
- 5.2.4 地基存在滞水或地下水影响固化土工程稳定性时，应采取相应工程措施处理。
- 5.2.5 可根据堤身的不同部位采用不同配比的固化土。工程设计前，应根据实际采用土样进行试验，以确定固化土的技术指标和固化剂配比。
- 5.2.6 防浪墙设置和堤身排水应符合 GB 50286 的相关要求。
- 5.2.7 堤身断面尺寸应根据需要结合景观、交通等需求进行综合布置。

5.3 淤泥固化堤结构安全

- 5.3.1 淤泥固化堤断面应满足整体稳定要求，整体稳定计算宜采用瑞典圆弧法进行计算，安全系数应满足 GB 50286 的要求。
- 5.3.2 淤泥固化堤应形成完整连续的防渗体系，保证防渗安全。防渗淤泥固化土应满足渗透系数的要求，防渗厚度不得小于水头的 1/3，防渗体顶部厚度不宜小于 1m。模袋淤泥固化土横断面方向不设缝，堤轴线方向应错缝布置，缝之间填充防渗土方。
- 5.3.3 淤泥固化土表面应采取防冲保护措施，护坡和护脚结构应满足 GB 50286 的相关要求。
- 5.3.4 淤泥固化堤堤身沉降计算宜采用压缩模量法，地基沉降参照 GB 50286 的相关要求。完工验收时，有防洪要求的堤坝顶高程应预留工后沉降，工后沉降预留年限不低于完工验收后 15 年。
- 5.3.5 淤泥固化土和常规土接触面，应采取措施防止接触渗流破坏，常规防渗土与淤泥固化土接触长度不宜小于水头的 4 倍。
- 5.3.6 堤身挡墙和防洪墙应根据固化土的物理力学指标进行安全稳定计算，计算方法和结构尺寸应符合 GB 50286 的相关要求。

6 材料要求

6.1 淤泥

用于填筑堤身的淤泥应满足下列要求：

- a) 淤泥中不得含有草皮、树根、树枝、布条、块石等杂物；
- b) 淤泥中有机质含量不得超过 5%；
- c) 淤泥中重金属和有机污染物等含量应低于 GB 36600 中第一类场地风险筛选值。淤泥污染物指标超过 GB 36600 标准仍需要筑堤的，应先进行淤泥固化土毒性浸出试验，淤泥固化土按照 HJ/T 299 制取浸出液，根据 GB 5085.3 的方法进行毒性指标检测。相应的检测结果应满足 GB/T 14848 中IV类标准限值要求；
- d) 淤泥中的砂、砾可以筛分作为建材利用，也可以与淤泥一起作为筑堤土方，但淤泥固化土的防渗系数应满足堤防的防渗要求；
- e) 淤泥含水率宜小于 150%，宜采取措施降低初始含水率。应根据疏浚淤泥的絮凝剂品种和掺量、沉淀时间和施工条件确定淤泥的初始含水率，再结合固化试验确定固化剂品种和配比。

6.2 混合料

根据工程需要，淤泥固化筑堤可添加以下混合料以调整或改善淤泥固化土的工程性能，淤泥固化筑堤的混合料可包括：

- a) 粗砂、中砂、细砂、粉细砂等砂性土料；
- b) 经过处理和固化试验符合固化土技术要求的建筑垃圾渣土，应破碎磨细，最大粒径不宜超过5mm；
- c) 经过处理和固化试验符合固化土技术要求的其它特殊土。

7 固化土及固化试验

7.1 固化土技术要求

7.1.1 淤泥固化土作为堤坝防渗体的，淤泥固化土渗透系数不得大于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

7.1.2 淤泥固化土在水浸泡下不会崩解，淤泥固化土水崩解试验崩解率不得超过 5%。

7.1.3 淤泥固化土无侧限抗压强度要求如下：

- a) 淤泥固化土 28d 无侧限抗压强度不得小于 200kPa；
- b) 具有公共交通功能的堤坝，汽车动荷载影响范围内的淤泥固化土 28d 无侧限抗压强度不得小于 500kPa。

7.1.4 淤泥固化土快剪试验测得的力学强度要求如下：

- a) 淤泥固化土凝聚力 C 不得小于 20kPa，内摩擦角 φ 不得小于 10° ；
- b) 具有公共交通功能的堤坝，汽车动荷载影响范围内的淤泥固化土凝聚力 C 不得小于 30kPa，内摩擦角 φ 不得小于 10° 。

7.1.5 淤泥固化土十字板抗剪强度不得小于 30kPa。

7.1.6 淤泥固化土耐久性干湿试验，无侧限抗压强度不得低于设计强度的 50%。

7.2 固化试验

7.2.1 淤泥固化土筑堤宜在设计阶段进行淤泥固化专项试验。固化试验主要包括淤泥检测、混合料检测、初始含水率确定、固化剂选择和固化土配比试验，以确定固化土的技术参数、固化剂掺量配比，为施工组织设计和计算淤泥固化土单价提供依据。

7.2.2 淤泥检测

对拟筑堤原始淤泥应进行物理、化学指标检测，包括天然密度、含水率、液塑限、土粒比重、有机质含量、颗粒级配等物理指标和重金属、有机污染物含量等化学指标。

7.2.3 混合料检测

需要添加混合料的，应对混合料进行检测。砂性土检测含泥量和颗粒级配，建筑垃圾渣土按照建筑行业规定进行有害物质检测。

7.2.4 初始含水率确定

通过淤泥调查和淤泥沉淀试验等评估确定淤泥堆场中的含水率，确定淤泥筑堤的初始含水率。

7.2.5 固化剂选择

固化剂选用应满足环保要求，且需结合当地淤泥的物理、化学特性，通过实验验证后方可使用。

7.2.6 固化土配比试验

淤泥固化土配比试验要求如下：

- a) 根据堤防的功能要求和初步规划，确定填筑堤防的淤泥固化土的技术要求；

- b) 以无侧限抗压强度为主进行固化剂掺量的配比试验，实验室配比强度应超过设计强度的30%。固化剂掺量一般在5%~20%之间，应根据淤泥的初始含水率在实验室进行配比优化；
- c) 根据工程需要填加混合料的，选择混合料的掺量进行试验，根据掺量对淤泥固化土工程性能的影响程度，初步确定混合料掺量配比；
- d) 初步确定配合比后，进行优化试验。测定淤泥固化土的无侧限抗压强度、渗透系数、剪切强度，进行淤泥固化土水崩解试验、干湿耐久性试验。淤泥污染物含量超过GB 36600中第一类场地风险筛选值限值标准，还应进行淤泥固化土的有害物质浸出试验；
- e) 根据试验结果，确定优化的固化土配比。

7.2.7 试验检测方法

试验检测方法要求如下：

- a) 物理特性试验：天然密度、含水率、液塑限、土粒比重、有机质含量、颗粒级配、渗透系数等物理特性试验应按照GB/T 50123的方法进行检测；
- b) 力学特性试验：无侧限抗压强度、剪切强度等力学指标、淤泥固化土水崩解试验应按照GB/T 50123的方法进行检测；
- c) 化学特性试验：重金属和有机污染物含量等化学特性试验应按照GB 36600的要求进行检测；淤泥固化土污染物浸出试验应按照HJ/T 299和GB 5085.3的方法进行检测；
- d) 耐久性试验：采用 40℃低温烘干24h、蒸馏水浸泡24h为1 个干湿循环周期，测定循环14个周期的无侧限抗压强度变化。

8 施工

8.1 施工准备

- 8.1.1 施工前应了解现场的水文、地形、地质等自然条件，调查交通、水电、施工导流和度汛等施工条件，明确工程材料来源，了解施工机械、主要设备的性能。
- 8.1.2 固化土填筑应根据设计方案和现场条件制定专项施工方案。
- 8.1.3 施工前应确定淤泥临时堆场方案、余水处理和排放方案，采取措施满足环保要求。

8.2 施工总布置

应选择合适场地布置淤泥固化加工场地，包括临时堆场及沉淀池、固化剂仓库、搅拌场地、设备及土工材料仓库和生活管理区等区域。

8.3 施工试验

8.3.1 淤泥固化筑堤施工前，应进行现场沉淀试验、搅拌试验和碾压试验，需要采用泵送运输的应进行泵送试验，确定施工工艺参数，以指导工程施工。

8.3.2 现场沉淀试验

淤泥泵送至临时堆场后，测定临时堆场内不同沉淀时间段的淤泥含水率，根据含水率的变化确定施工沉淀时间和固化土初始含水率。

8.3.2 固化土现场拌合试验

根据室内配合比试验结果，进行施工现场拌合试验，测定无侧限抗压强度能否达到设计要求，同时测定初凝和终凝时间。根据试验结果验证和适当调整配比，为工程全面施工提供依据。

8.3.3 碾压试验

碾压设备宜采用平碾，根据要求的干密度通过碾压试验确定固化土填筑厚度、静置固化时间，碾压设备的行走方式、碾压遍数等工艺参数。

8.3.4 固化土泵送试验

泵送试验应确定泵送设备固化土运输的可行性和施工效率，确定合适的固化土流动性指标，分析固化土凝结时间对泵送施工的影响，确定清洗时间和要求，防止固化土堵塞设备和管道。

8.4 施工工序

疏浚淤泥固化筑堤填筑施工工序主要如下：

- a) 淤泥临时存放。采用清淤设备清淤，利用管道泵送至临时堆场存放；
- b) 淤泥沉淀。泥水混合物进入临时堆场后，泥水逐渐分离，排除上部清水。沉淀时间 10d~30d，加絮凝剂的，沉淀时间可缩短；
- c) 固化剂搅拌。淤泥沉淀基本稳定后，加入设计配比的固化剂和混合物，搅拌均匀；
- d) 基面清理。清除堤防填筑基面的垃圾、树根等杂物，对原有地基按照设计高程和尺寸进行开挖、清理、整平、压实等处理，必要时，设置排水沟或其他排水设施；
- e) 断面填筑。搅拌完成后，在初凝前泵送或挖掘机和自卸车结合运送至填筑断面填筑，5d~7d 后采用碾压机碾压压实，干密度不小于 $1.30\text{g}/\text{cm}^3$ ；
- f) 循环施工。分层填筑，每单元间隔 7d~10d 填筑一层。分段、分层、分单元循环施工。

8.5 施工度汛

应在围堰保护下填筑淤泥固化土，以保证施工质量。固化土硬化以后，具有一定防冲性能后可以允许过水，但要考虑冲刷的影响。

8.6 施工技术要求

8.6.1 临时堆场设计参照 SL 17 的相关要求，应满足安全和环保要求。

8.6.2 淤泥沉淀时间、基本稳定后的含水率与淤泥的颗粒组成和成份有关，也与添加的絮凝剂种类有关，应根据现场试验确定淤泥沉淀稳定的时间。

8.6.3 絮凝剂宜采用绿色环保的絮凝剂。根据清淤设备和工艺，可以在清淤管道输送时添加，也可以在沉淀池内添加，应在现场明确絮凝剂添加方案。

8.6.4 沉淀池排水应进行环保处理，余水排放标准符合当地环保要求且不低于 GB 18918 规定的污水处理厂一级 A 标准。

8.6.5 固化土搅拌设备宜采用专用搅拌设备，也可以采用挖掘机搅拌。应采取措施保证搅拌基本均匀，挖机搅拌时同个部位搅拌次数不少于三次。

8.6.6 模袋固化土分层厚度不宜大于 50cm。普通固化土分层厚度不宜大于 30cm。

8.6.7 模袋固化土的土工布宜采用透水性好、强度不应小于 $30\text{kN}/\text{m}$ 。模袋固化土的土工布质量应符合设计要求，相关技术指标应符合 GB/T 17641 等现行规范规定。

8.6.8 单个填筑区的施工时间不应超过固化剂的初凝时间，前次填筑淤泥固化土具备初始强度后方可进行下一阶段的施工。

8.6.9 不得在雨天填筑固化土。已施工尚未硬化的淤泥固化土，应采取遮雨保护措施；不得在气温低于 5°C 时填筑固化土，否则应采取保温措施；施工期间遭遇寒潮时，未硬化的淤泥固化土应覆盖稻草或土工布进行防护。

8.6.10 填筑至设计厚度后，应对填筑体表面覆盖塑料膜或无纺土工布进行保湿养护，养护时间不少于 7d。

8.6.11 与老堤坝交界面，应采取清理、衔接措施，清理厚度不应小于 0.3m。

9 工程质量检验与评定

9.1 基本要求

- 9.1.1 淤泥固化堤坝应作为一个分部工程进行质量检验与评定，质量检验与评定按照 SL 176 的要求执行。
- 9.1.2 单元工程可按长度划分。可按堤轴线施工段 200m~500m 划分为一个单元工程。

9.2 质量检验

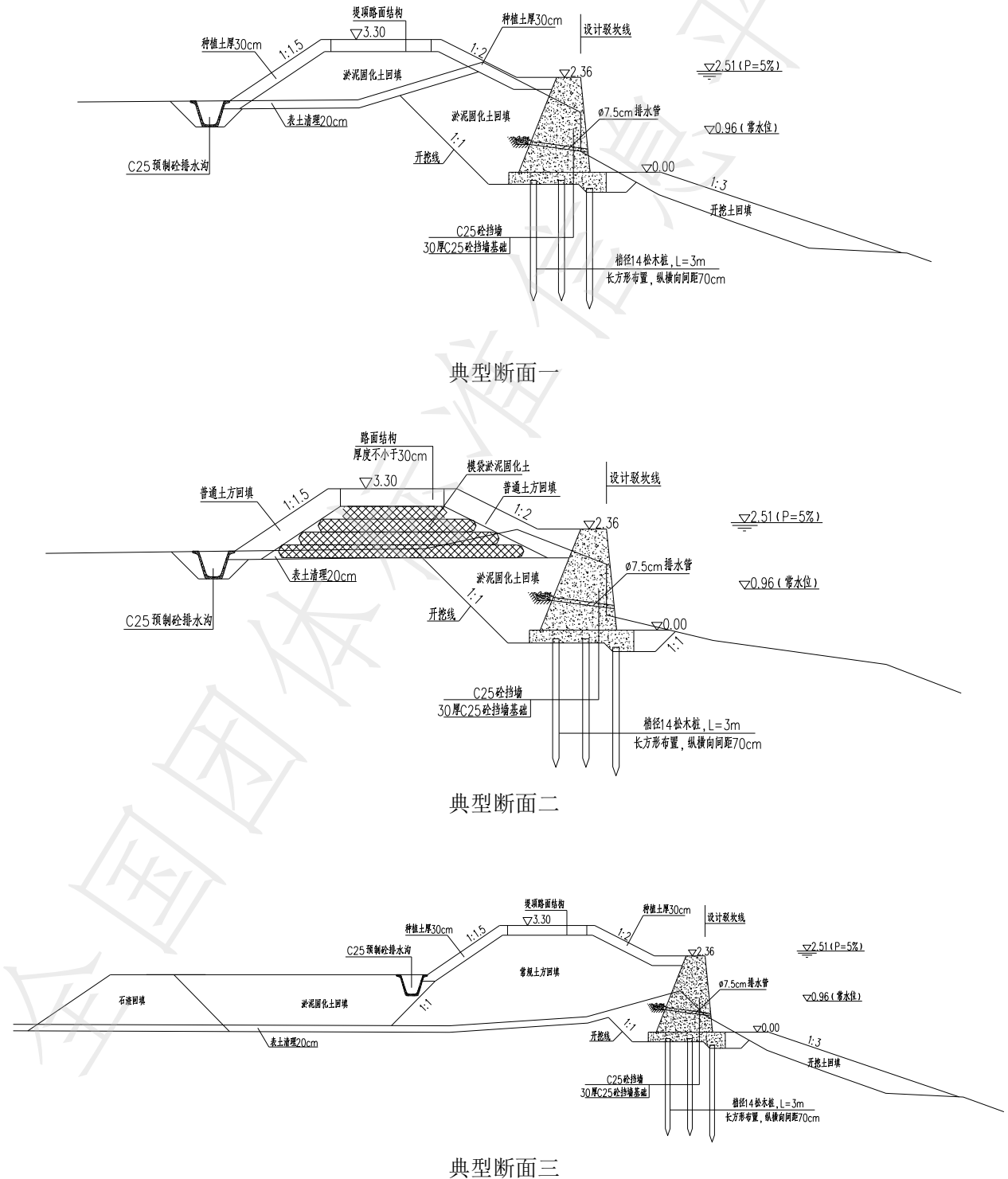
- 9.2.1 应根据附录 B 中的项目进行质量检验。
- 9.2.2 固化剂搅拌后留样进行 28d 无侧限抗压强度检测。
- 9.2.3 分层填筑碾压后取样进行干密度检测。
- 9.2.4 堤身填筑基本完成后钻孔取样进行渗透系数检测和水崩解性能检测。
- 9.2.5 堤身填筑基本完成后采用十字板进行抗剪强度检测，有交通要求的增加载荷板检测。
- 9.2.6 监理单位应对施工单位的检测断面或检测点进行复核：平行检测不应少于施工单位检测数的 5% 且不少于 5 个点，跟踪检测、第三方检测不应少于施工单位检测点数的 10% 且不少于 5 个点。
- 9.2.7 其他检验项目包括基础清理、固化土保护层厚度、余水处理和固化土表面观测等。

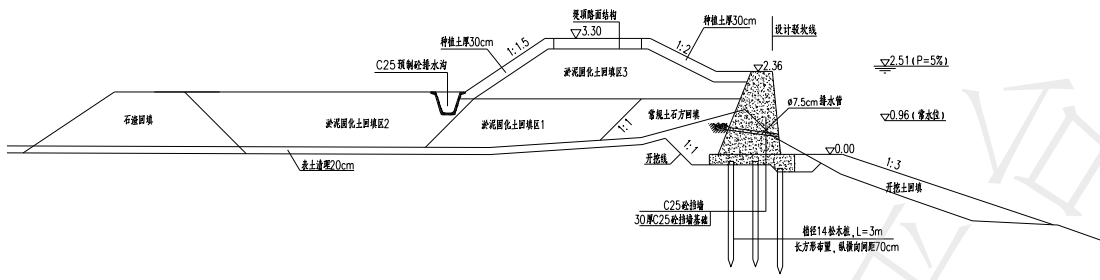
9.3 质量评定

- 9.3.1 单元工程施工质量应按照附录 B 中的检验项目的合格率进行评定，评定标准及办法应按照 SL 176 的要求执行。
- 9.3.2 分部工程施工质量应根据单元工程的质量评定结果按照 SL 223 的要求进行。

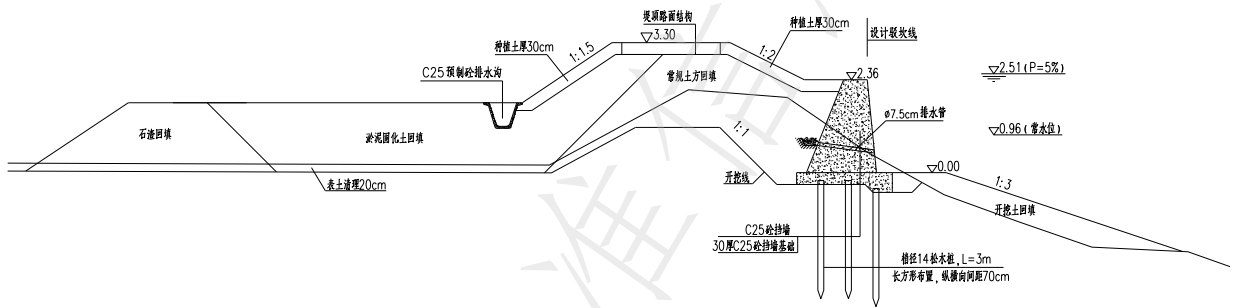
附录 A
(资料性)
淤泥固化堤断面结构示意图

图A.1 提供了淤泥固化堤断面结构示意图。

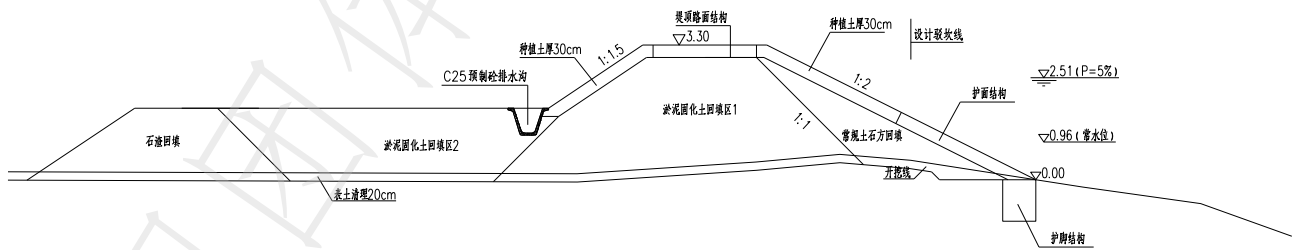




典型断面四



典型断面五



典型断面六

图 A.1 淤泥固化堤断面结构示意图

附录 B
(规范性)
淤泥固化土填筑单元工程施工质量标准

表B.1 提供了淤泥固化土填筑单元工程施工质量标准。

表B.1 淤泥固化土填筑单元工程施工质量标准

| 项次 | 检验项目 | 质量要求 | 检验方法 | 检验数量 | |
|------|------|--------------------|---------------------------|--|--|
| 主控项目 | 1 | 固化土无侧限抗压强度 | 不小于设计值 | 固化剂搅拌后留样, 标准养护 28d、圆柱样 (直径 3.5cm~4cm, 高度 7.5cm~8cm) 进行试验 | 每 100m ³ ~200m ³ 一个样 |
| | 2 | 固化土渗透系数 | 不大于设计值 | 现状钻孔取样进行室内试验 | 每 200m ³ ~500m ³ 一个样 |
| | 3 | 固化土水崩解性能 | 崩解率不大于 5% | 现状钻孔取样进行室内试验 | 每单元取三个点 |
| | 4 | 十字板抗剪强度 | 不小于 30kPa | 十字板剪切试验 | 现场试验, 沿堤线每 50m 布置一个十字板孔 |
| | 5 | 干密度 | 不小于设计值 | 分层环刀取样试验 | 每 100m ³ ~200m ³ 一个样或沿堤线每 20m~50m 取一个样 |
| | 6 | 承载力 (适用有公共交通功能的堤坝) | 不小于交通道路路基基面要求 | 载荷板试验 | 每单元取三个点 |
| 一般项目 | 1 | 基础清理 | 符合设计要求 | 观察 | 全线 |
| | 2 | 固化土保护层厚度 | 符合设计要求 | 测量 | 每单元取三个点 |
| | 3 | 余水处理 | SS、pH 和 COD 值等指标满足设计和环境要求 | 余水取样检测 | 根据环保要求 |
| | 4 | 固化土表面 | 表面平整、无坑洼、无积水, 外侧排水通畅 | 观察 | 全线 |

参考文献

- [1] GB 50707 河道整治设计规范
 - [2] SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
 - [3] SL 260 堤防工程施工规范
 - [4] SL 631 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——土石方工程
 - [5] DB 3301/T 0410 城市河道生态清淤管理规范
-