

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2025

公路工程现浇泡沫聚合土应用技术规程

Code of practice for application of cast-in-situ foamed polymeric soil
in highway engineering

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025 年 7 月）

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。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国交通运输协会 发布

目 次

前 言.....	I
引 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 原材料.....	2
4.1 水泥.....	2
4.2 地聚物.....	2
4.3 原料土.....	3
4.4 发泡剂.....	3
4.5 其它材料.....	3
5 配合比设计.....	3
5.1 一般规定.....	3
5.2 技术要求.....	3
5.3 配合比试配.....	5
5.3 配合比计算.....	6
6 结构设计.....	6
6.1 一般规定.....	6
6.2 设计计算.....	7
6.3 路基断面设计.....	7
6.4 辅助工程设计.....	8
7 施工.....	9
7.1 施工准备.....	10
7.2 设备与拌合.....	10
7.3 输送与浇筑.....	11
7.4 养生.....	11
8 质量控制.....	12
8.1 一般规定.....	12
8.2 原材料检验.....	12
8.3 施工质量检验.....	12
8.4 其它.....	12
附录 A（规范性） 拌合物取样及试样制备.....	14
附录 B（规范性） 湿密度及流值实验.....	15
附录 C（规范性） 体积稳定性试验.....	16
附录 D（规范性） 吸水软化性能试验.....	17

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

公路工程现浇泡沫聚合土应用技术规程

1 范围

本文件规定了现浇泡沫聚合土的原材料、配合比设计、结构设计、施工、质量控制。
本文件适用于新建、改扩建公路工程现浇泡沫聚合土路基设计与施工。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。其中，注明日期的引用文件，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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB/T 11969 蒸压加气混凝土性能试验方法
GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
JGJ 63 混凝土用水标准
JTG C20 公路工程地质勘探规范
JTG D30 公路路基设计规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准
JTJ/T 019 公路土工合成材料应用技术规范
JC/T 2199 泡沫混凝土用泡沫剂
JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
CJJ/T 177 气泡混合轻质土填筑技术规程

3 术语和定义

CJJ/T 177 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地聚物 geological polymers

一种以活性高钙或硅铝质材料为主要原料，在碱激发作用下经过聚合、脱水、硬化而形成的具有三维网络状结构的无机硅铝质胶凝材料。

3.2

泡沫聚合土 foamed polymeric soil

胶凝材料与水、原料土、泡沫材料等按照一定的比例混合，经发泡、硬化形成的一种轻质固化土材料。

3.3

发泡剂 foaming agent

用于配制泡沫聚合土的表面活性外加剂。

3.4

灰土比 binder to soil ratio

泡沫聚合土中胶凝材料质量与干土质量的比值。

3.5

水固比 water-solid ratio

泡沫聚合土中水的质量与固体质量的比值。

4 原材料

4.1 水泥

4.1.1 宜采用强度等级为 42.5 及以上的通用硅酸盐水泥。

4.1.2 水泥性能应符合 GB 175 的规定。

4.2 地聚物

4.2.1 粉煤灰、矿渣粉或钢渣粉等活性高钙或硅铝质材料经过激发后可作为地聚物胶凝材料使用。

4.2.2 磨细矿渣粉应采用 S95 及以上等级矿渣粉，其性能应符合表 1 的规定。

表 1 矿渣粉理化性能指标

项 目		理化性能指标
密度/（g/m³）		≥2.8
比表面积/（m²/kg）		≥400
活性指数/%	7d	≥70
	28d	≥95
流动度比/%		≥95

4.2.3 粉煤灰应采用Ⅱ级及以上等级粉煤灰，其性能应符合表 2 的规定。

表 2 粉煤灰理化性能指标

项 目		理化性能指标
细度（45μm 方孔筛筛余）/%		≤30
需水量比/%		≤105
烧失量/%		≤8
含水量/%		≤1
活性指数/%		≥70

4.2.4 钢渣粉性能应符合表 3 的规定

表 3 钢渣粉理化性能指标

项 目		理化性能指标
密度/（g/m³）		≥3.2
比表面积/（m²/kg）		≥350
活性指数/%	7d	≥65
	28d	≥80

流动度比/%	≥95
--------	-----

4.2.5 磷石膏性能应符合表 4 的规定。

表 4 磷石膏理化性能指标

项 目	理化性能指标
附着水 (H_2O) (湿基) /%	≤25
二水硫酸钙 ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) (干基) /%	≥65
水溶性五氧化二磷 (P_2O_5) (干基) /%	≤0.10
水溶性氟离子 (F^-) (干基) /%	≤0.30

4.2.6 采用建筑垃圾磨细粉、石粉、碱渣、赤泥等其它惰性材料时, 应经验证适用后使用。

4.3 原料土

原料土细粒组含量宜大于 50%, 且有机质含量应小于 15%。

4.4 发泡剂

发泡剂均匀性指标与性能指标应符合 JC/T 2199 的规定。

4.5 其它材料

4.5.1 拌合用水应符合表 5 规定。

表 5 拌合用水理化性能指标

项 目	理化性能指标
pH 值	≥5.0
不溶物/ (mg/L)	≤2000
可溶物/ (mg/L)	≤2000
Cl ⁻ / (mg/L)	≤1000

4.5.2 外加剂应符合相关规范要求, 并按 CJJ/T 177 开展适应性试验, 经验证适用后使用。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 泡沫聚合土强度等级、密度等级及技术要求应根据公路等级、交通荷载、路基要求, 结合实际应用情况、原材料品质等因素确定。

5.1.2 泡沫聚合土应根据胶凝材料的种类和原料土的物理力学性质, 进行配合比试验和设计。

5.2 技术要求

5.2.1 泡沫聚合土的强度等级按立方体无侧限抗压强度按表 6 划分为 8 级。

表 6 泡沫聚合土强度等级

泡沫聚合土强度等级	28d 立方体无侧限抗压强度 MPa
-----------	-----------------------

	平均值不小于	单组最小值不小于
F0.4	0.4	0.3
F0.6	0.6	0.5
F0.8	0.8	0.6
F1.0	1.0	0.8
F1.2	1.2	1.0
F1.5	1.5	1.2
F2.5	2.5	2.0
F3.5	3.5	2.8

5.2.2 泡沫聚合土施工最小湿密度等级不应低于 D700，施工最大湿密度等级不宜高于 D1400 级，湿密度级别按表 7 划分为 8 级。

表 7 泡沫聚合土湿密度等级

湿密度等级	湿密度 ρ 的取值范围 kg/m ³
D700	$650 < \rho \leq 750$
D800	$750 < \rho \leq 850$
D900	$850 < \rho \leq 950$
D1000	$950 < \rho \leq 1050$
D1100	$1050 < \rho \leq 1150$
D1200	$1150 < \rho \leq 1250$
D1300	$1250 < \rho \leq 1350$
D1400	$1350 < \rho \leq 1450$

5.2.3 泡沫聚合土用于公路路基填筑时，其强度等级和湿密度等级应满足按表 8 的规定。

表 8 公路路基泡沫聚合土性能要求

路基部位		强度等级		湿密度等级
		高速公路、一级公路	二级及二级以下公路	
路床	轻、中等及重交通	≥ 1.0	≥ 0.8	$\geq D800$
	特重、极重交通	≥ 1.2		$\geq D800$
路堤		≥ 0.8	≥ 0.6	$\geq D700$
原地面以下换填（或空腔充填）		≥ 0.4		/

5.2.4 泡沫聚合土的流值应随湿密度等级的变化而有所不同，具体范围参照表 9 执行。

表 9 泡沫聚合土流值范围

湿密度等级	流值 mm
D700、D800	170~190
D900、D1000、D1100	190~230

D1200、D1300、D1400	220~260
-------------------	---------

- 5.2.5 泡沫聚合土的体积稳定性应符合下列规定：
- a) 泡沫聚合土消泡率应不大于 5%，试验方法按附录 C 执行；
 - b) 泡沫聚合土标准沉降距应不大于 3 mm，试验方法按附录 C 执行；
 - c) 泡沫聚合土干燥收缩值不大于 10 mm/m，试验方法参照 GB/T 11969 执行。
- 5.2.6 当赋存环境对泡沫聚合土的耐久性有要求时，应符合下列规定：
- a) 泡沫聚合土干湿循环强度系数应不低于 0.8，干湿循环试验方法参照 GB/T 11969 执行；
 - b) 泡沫聚合土软化系数应不低于 0.85，软化系数试验按附录 D 执行。

5.3 配合比试配

- 5.3.1 泡沫聚合土配合比试配应满足 5.2 节中抗压强度、湿密度、流值、体积稳定性的技术要求。
- 5.3.2 泡沫聚合土配合比试配步骤如下：
- a) 根据参考配合比计算水、胶凝材料、土、泡沫等原材料质量，按配比称量除泡沫以外的原材料进行泡沫聚合土料浆制备；
 - b) 泡沫应在 30min 内与料浆进行均匀混合，宜采用高压混合器混合。当采用搅拌混合时，搅拌机转速不应小于 50r/min，混合搅拌时间宜为 3~5min；
 - c) 测量新拌泡沫聚合土料浆流值是否满足 5.2 节中的技术要求，如不满足要求，应调整配合比中的水固比，重新制备泡沫聚合土料浆，直至流值满足要求。
 - d) 测量新拌泡沫聚合土料浆湿密度、消泡率、标准沉降距是否满足 5.2 节中的技术要求，如不满足要求，应调整胶凝材料或发泡剂，重新进行试配，直至满足要求。
 - e) 泡沫聚合土抗压强度试验应至少包含 7d 和 28d 龄期的检测结果，其中 28d 龄期强度应满足 5.2.3 条要求，如不满足要求，应调整配合比，直至满足要求。

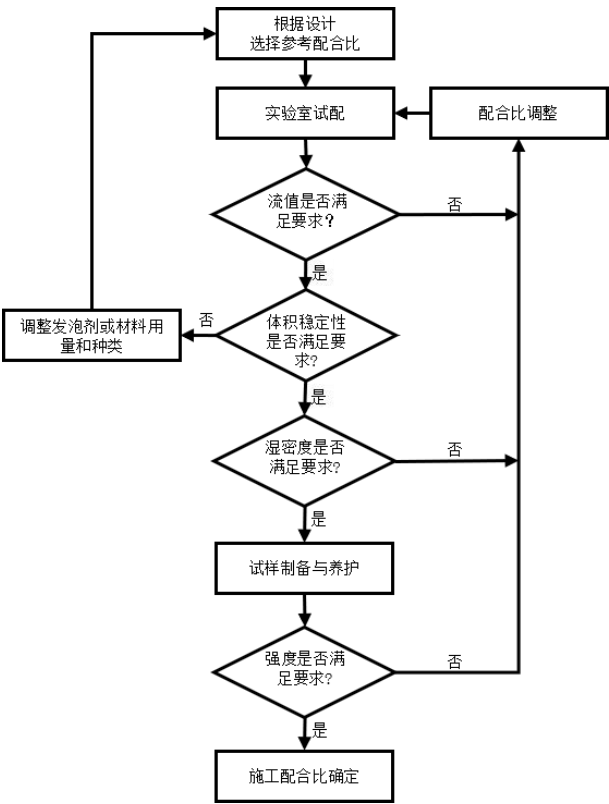


图 1 试配流程图

5.4 配合比计算

5.4.1 泡沫聚合土试配强度应满足下式要求：

$$q_u \geq 1.05q_c \quad (1)$$

式中：

q_u —泡沫聚合土试配抗压强度(MPa)；

q_c —泡沫聚合土设计抗压强度(MPa)。

5.4.2 泡沫聚合土配合比计算应符合下列规定：

a) 泡沫聚合土试配试验拌合料的制备应符合附录 A 的要求。

b) 泡沫聚合土的设计湿密度与各组分的关系应按下列式确定：

$$\begin{cases} \rho_w = R_c + R_T + R_s + R_w + R_f \\ R_f = \rho_f \left(1 - \frac{R_c}{\rho_c} - \frac{R_T}{\rho_T} - \frac{R_s}{\rho_s} - \frac{R_w}{1000} \right) \end{cases} \quad (2)$$

式中：

R_c —每立方泡沫聚合土中水泥的质量(kg/m³)；

R_T —每立方泡沫聚合土中原料土的质量(kg/m³)；

R_s —每立方泡沫聚合土中地聚物的质量(kg/m³)；

R_w —每立方泡沫聚合土中水的质量(kg/m³)；

R_f —每立方泡沫聚合土中泡沫的质量(kg/m³)；

ρ_w —泡沫聚合土设计湿密度(kg/m³)；

ρ_c —水泥密度(kg/m³)；

ρ_T —原料土干密度(kg/m³)；

ρ_s —地聚物密度(kg/m³)；

ρ_f —泡沫密度(kg/m³)。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 泡沫聚合土工程设计前，应充分收集地形地貌、工程地质、水文地质、环境条件等基础资料。

6.1.2 设计应遵循安全性、耐久性、经济性和便于养护的原则。

6.1.3 泡沫聚合土设计应考虑保护措施，避免直接裸露。

6.1.4 设计内容包括性能、结构和辅助工程设计，应根据使用目的确定，可按表 10 执行。

表 10 设计内容与主要设计指标

使用目的	项目	内容
减轻荷重或土压 (替代填土)	性能设计	明确物理力学性能指标
	结构设计	确定填筑形状、空间范围和构造细节
	辅助工程设计	保护壁、防排水、抗滑锚固及内部构造设计
空洞充填 狭小空间充填	性能设计	明确物理力学性能指标
	结构设计	以充填饱满为原则

	辅助工程设计	无
--	--------	---

6.1.5 当泡沫聚合土处于 JTG C20 中规定的中等以上水、土腐蚀环境中时,应采取隔离等防腐蚀设计。

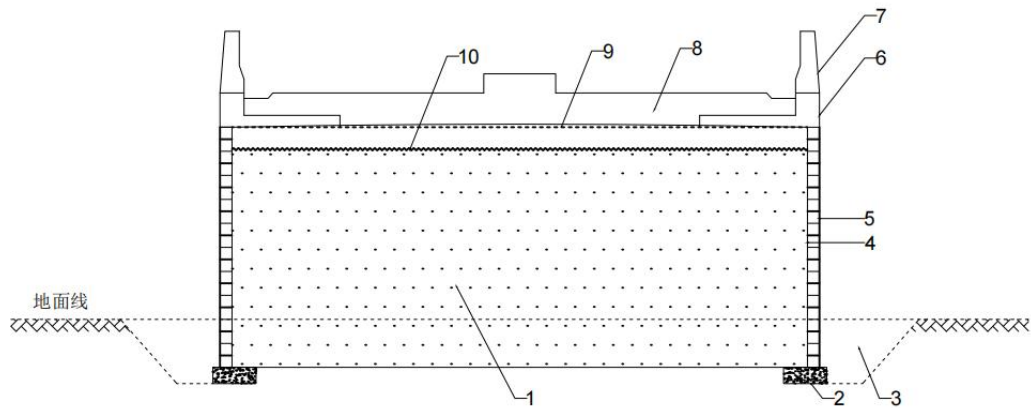
6.2 设计计算

泡沫聚合土路基应进行稳定性、地基沉降计算,抗浮计算,并满足 JTG D30 要求。

6.3 路基断面设计

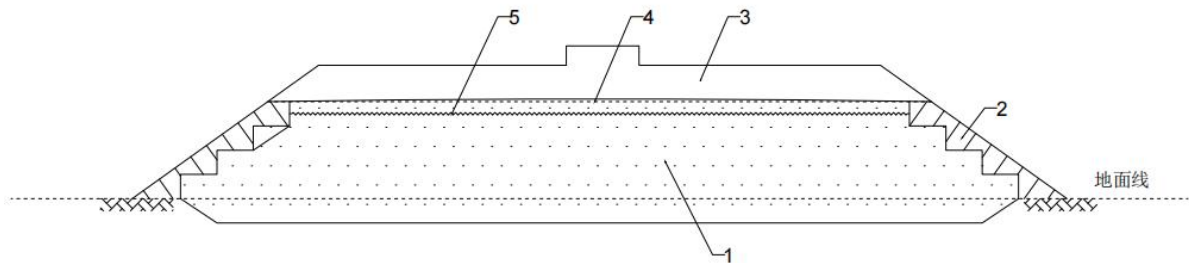
6.3.1 泡沫聚合土应用于软基路段路基填筑时,泡沫聚合土厚度宜大于 1.0 m;顶面有坡度要求时宜设置台阶,台阶高度宜小于 20 cm。

6.3.2 泡沫聚合土路基设计采用包边土时,其厚度不应小于 30 cm,压实度不宜小于 85%。



1-泡沫聚合土; 2-混凝土基础; 3-填土; 4-角钢; 5-面板; 6-护栏基础;
7-护栏; 9-防渗土工膜; 8-路面结构层; 10-土工格栅

图 2 软土地基路堤直立式填筑断面图



1-泡沫聚合土; 2-包边土; 3-路面结构; 4-防渗土工膜; 5-土工格栅

图 3 软土地基路堤放坡式填筑断面图

6.3.3 应用于一般路段桥台背填筑时,泡沫聚合土路基与土路基衔接面坡度宜小于 1:1,如图 4 所示。

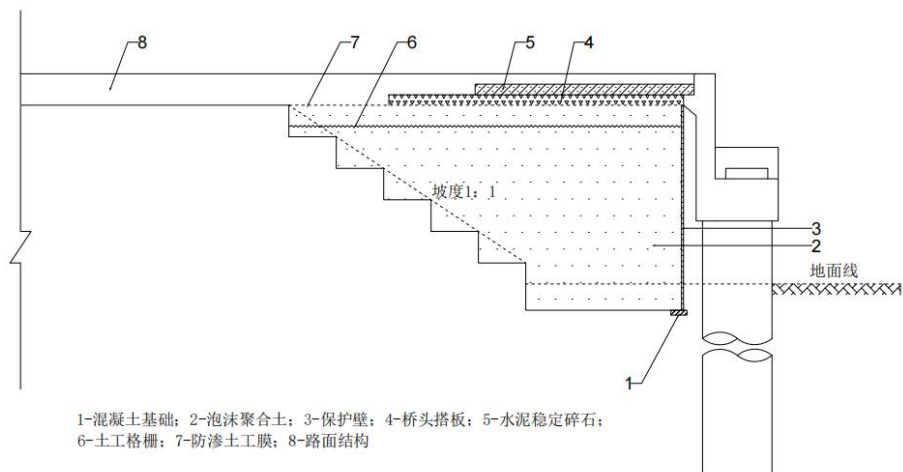


图 4 泡沫聚合土桥台背填充示意图

6.3.4 泡沫聚合土应用于软基路段的桥台背填筑时，过渡段总长不宜小于 30 m，在工后沉降满足要求时，填筑厚度沿桥台至台背方向宜分 2~3 级过渡。

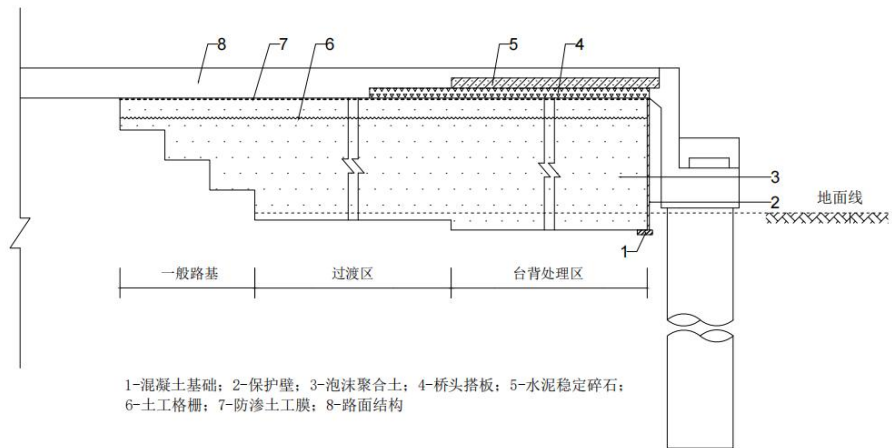


图 5 泡沫聚合土软基路段桥台背填充示意图

6.3.5 泡沫聚合土应用于加宽路基填筑时，与旧路基衔接面的坡度不宜大于 1:0.5，加宽路基底宽不宜小于 2 m，如图 6 所示。

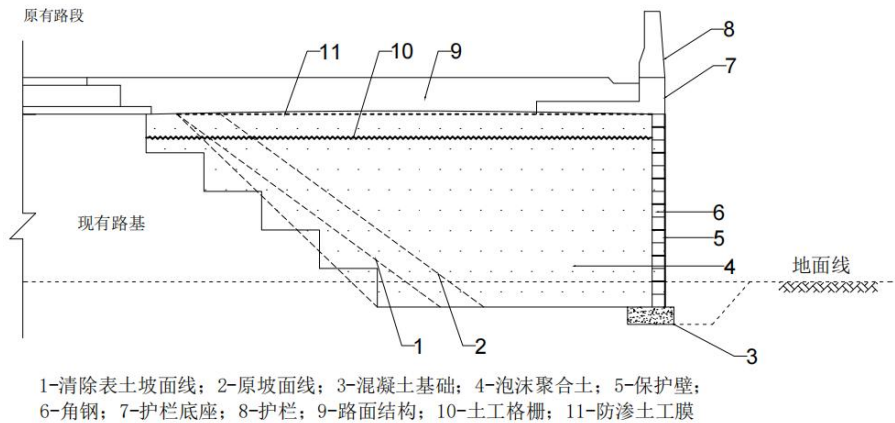
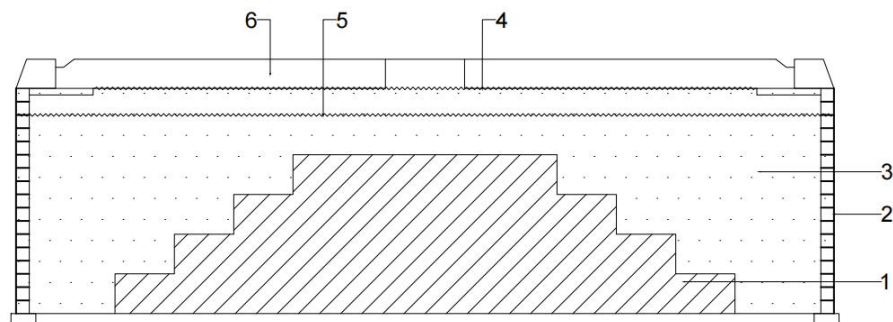


图 6 泡沫聚合土加宽路基填筑示意图

6.3.6 结合经济性和适用性的原则，在筑路材料匮乏的地区也可采用泡沫聚合土与其它填料组合填筑。如图 7 所示：



1-土、砂石等填料；2-保护壁；3-泡沫聚合土；4-防渗土工膜；5-土工格栅；6-路面结构

图7 泡沫聚合土直立式组合填料路基填筑示意图

6.3.7 泡沫聚合土可用于溶洞、采空区充填，根据充填目的确定泡沫聚合土设计参数。

6.4 附属工程设计

6.4.1 泡沫聚合土顶面、与常规路基土体缓坡衔接面应设置防渗土工膜，侧面临空面应设置保护壁或填筑包边土进行保护，避免泡沫聚合土浸水或风化。

6.4.2 保护壁的设计应符合下列规定：

f) 壁材的选择应满足耐久性、强度和外观质量的要求；宜选择混凝土类、石材类砌块或直接采用薄壁式混凝土挡墙。

g) 砌块类壁材，单块平面面积不宜超过 0.3 m²；薄壁式混凝土挡墙沿长度方向应设置必要的预切缝，缝的间距宜为 10 m；所有壁材的最大厚度不宜超过 50 cm，且在软土地基上，壁材的最大厚度不应超过 20 cm。

h) 壁材的基础宜采用混凝土基础，其标号不宜低于 C25。

i) 壁材的稳定性应考虑现浇泡沫聚合土硬化前的侧压力，侧压力的计算范围仅考虑单层浇筑厚度，侧压力按静水压力理论计算。

6.4.3 防排水设计应符合下列规定：

a) 排水可采用设置渗水盲沟或有孔排水管或滤水层的措施。

b) 防水可采用在填筑体顶、底面铺设防水土工膜、在侧面临空面设置保护壁的措施。

c) 渗水盲沟宜采用碎石盲沟，有孔排水管宜采用 PVC 管，滤水层宜采用碎石。

d) 防渗土工膜宜选用聚乙烯或聚氯乙烯复合土工膜。

6.4.4 抗滑设计应符合下列规定：

a) 在陡坡路段、滑坡路段或道路加宽的工况下，现浇泡沫聚合土直立填筑高度超过 5 m，应设置必要的抗滑措施；

b) 抗滑锚固件宜采用钢管，钢管直径不宜小于 DN20，长度不宜小于 1 m；

c) 根据填筑体基床斜坡的坡度，锚固件可按 1 根/2 m²~1 根/4 m² 的密度布置，布置形式可为梅花形或矩形；

d) 锚固件应进入基床斜面。

6.4.5 内部构造设计应包括抑制裂缝的土工格栅设计、调整差异变形的变形缝设计，并应符合下列规定：

a) 土工格栅宜选用钢塑土工格栅，产品应符合 JTJ/T 019 的规定，断裂强度不应小于 60 kN/m；

b) 当泡沫聚合土填筑体在某一方向长度较大或底面结构有突变时，宜设置变形缝。缝的间距宜为 10~20 m；变形缝可采用普通的木板、夹板或常规泡沫板，其厚度不宜超过 2 cm。

6.4.6 以下情况宜设置土工格栅：

a) 顶部有其它使用结构时，宜在泡沫聚合土填筑体顶部 0.5 m~1.0 m 的位置设置 1 到 2 层土工格栅；

b) 在填筑体高度方向底部结构有突变时，如陡坡地段或道路加宽地段，底部斜面有过渡台阶时，宜在台阶面及其上 1 m 的位置各设置一层土工格栅；

c) 当现浇泡沫聚合土填筑体总体成板状结构时（厚度小于 1.5 m、平面面积超过 100 m²），应在内部设置两层土工格栅。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工前应在全面理解设计要求和设计交底的基础上，对施工现场的气候、地形、地质及构造物等现场情况进行调查后，编制施工方案。

7.1.2 填筑高度超过 15 m 的泡沫聚合土路基工程应编制专项施工方案。

7.1.3 施工前应做好施工期临时排水总体规划和落实，对临时排水设施应与永久性排水设施综合考虑，并与工程影响范围内的自然排水系统相衔接。

7.1.4 泡沫聚合土路基施工内容应包含施工准备、现场制备、输送与浇筑、养生等。

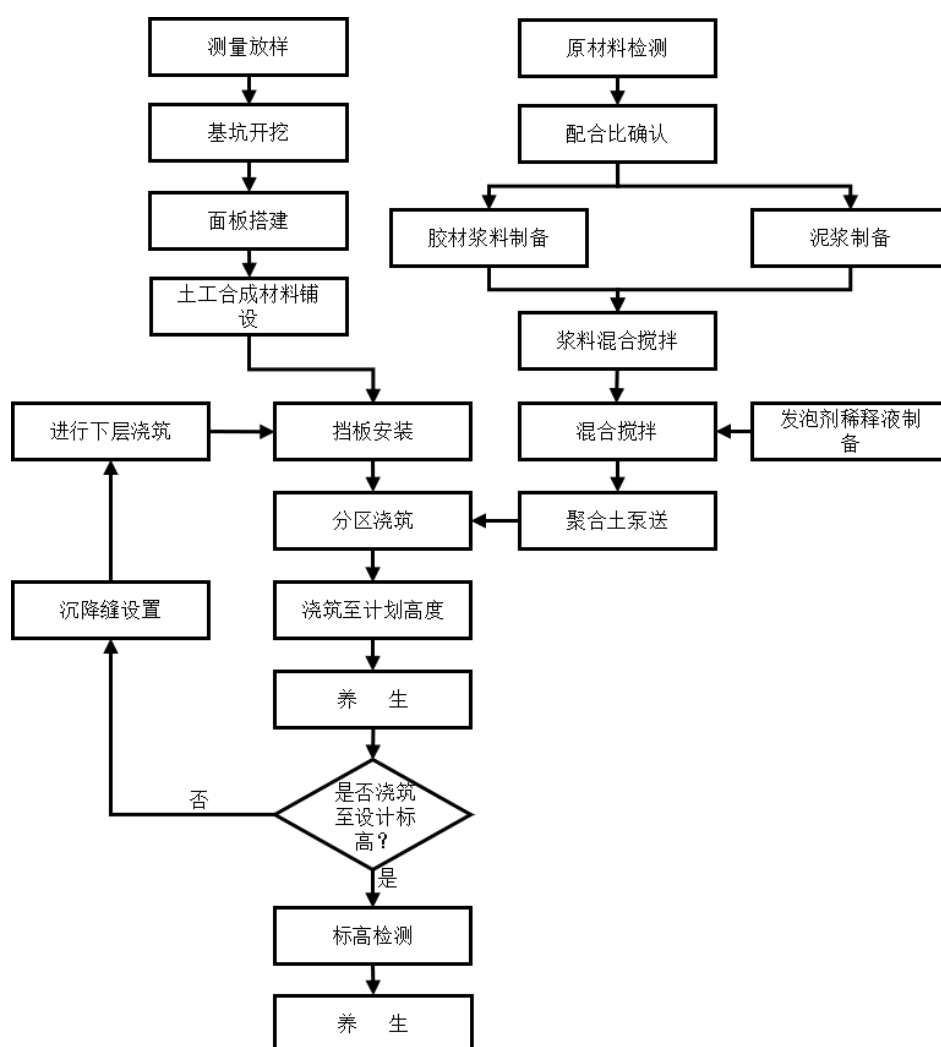


图 8 施工流程图

7.2 施工准备

T/CCTAS XX-2025

7.2.1 施工前应详细分析设计图纸，结合设备生产能力、工期要求等进行浇筑区和浇筑层的划分，编制施工组织计划。

7.2.2 施工前应清除浇筑区基底杂物，并确保基底无积水。

7.2.3 当在地下水位以下浇筑时，应有降水措施，不应在基底有水的状态下浇筑施工。

7.2.4 当环境温度低于 5℃时，泡沫聚合土浇筑施工宜采取保温措施。

7.3 现场制备

7.3.1 泡沫聚合土的现场拌合制备应采用专业施工设备，其计量系统应通过检测机构标定。

7.3.2 为保证连续填筑的稳定性，单套泡沫聚合土设备的选型与功能宜满足表 11 的规定：

表 11 设备选型

工程量 M	设备产能 W（单台设备）
$M < 100 \text{ m}^3$	$10 \text{ m}^3/\text{h} \leq W < 30 \text{ m}^3/\text{h}$
$100 \text{ m}^3 \leq M < 1000 \text{ m}^3$	$30 \text{ m}^3/\text{h} \leq W < 50 \text{ m}^3/\text{h}$
$1000 \text{ m}^3 \leq M < 10000 \text{ m}^3$	$50 \text{ m}^3/\text{h} \leq W < 80 \text{ m}^3/\text{h}$
$M \geq 10000 \text{ m}^3$	$\geq 80 \text{ m}^3/\text{h}$

7.3.3 发泡装置应满足下列要求：

- 泡沫宜采用压缩空气与泡沫剂稀释液混合的方式生成泡沫，不宜搅拌发泡生成泡沫；
- 发泡装置应能设置稳定的发泡倍率，稳定的生成标准泡沫密度的泡沫。

7.3.4 泡沫聚合土制作设备应具有原材料自动化计量功能，在拌合制作泡沫聚合土时，应能调节浆体和泡沫流量。

7.3.5 泡沫聚合土在拌合制作过程中，材料的计量精度应满足表 12 的规定：

表 12 材料的计量精度

材料	计量精度
地聚物	$\pm 2\%$
水泥	$\pm 2\%$
发泡剂	$\pm 5\%$
泥浆密度	$\pm 5\%$

7.3.6 泡沫聚合土浆料在储料装置中的停滞时间不宜超过 3 小时。

7.4 输送与浇筑

7.4.1 泡沫聚合土浇筑施工宜采用直接泵送或配管泵送方式；当浇筑方量较小时也可采用车辆运送或其它工具运输的方式进行施工。

7.4.2 单个浇筑区长轴长度不应超过 30 m，单个浇注区顶面最大面积不应超过 400 m²。

7.4.3 单层浇筑厚度宜为 0.3 m~1.0 m，有特殊要求时，最大厚度不应超过 2 m。

7.4.4 变形缝或沉降缝的位置为浇筑区自然边界，土工格栅铺设面、强度或湿密度设计值变化处为浇筑层自然分层面。

7.4.5 出料口离浇筑点的高差宜控制在 1 m 以内（空洞充填类工程除外）。

7.4.6 浇筑方向宜自浇筑区长轴中间位置附近向两端浇筑；

7.4.7 浇筑过程中应减少对泡沫聚合土的扰动，不应在泡沫聚合土里面随意走动或移动浇筑管。

7.4.8 浇筑将至顶层时,采用后退方式拖移浇筑管进行人工扫平,应尽量使浇注口保持水平,直至浇注高度为止,浇筑层终凝后方可进行上层的浇筑施工。

7.4.9 单个浇筑区内浇筑层的施工时间应控制在水泥浆初凝时间内,泡沫聚合土浇筑层强度应大于 0.2 MPa 后,可进行下一层浇筑施工;

7.4.10 当遇大雨或暴雨天气,未硬化的泡沫聚合土表面应采取保护措施,避免泡沫聚合土浇筑体上浮。

7.5 养生

7.5.1 相邻浇筑层间隔时间超过 48 小时应进行保湿养护。

7.5.2 泡沫聚合土路基顶面浇注至设计高程后,应及时铺设防渗土工膜进行养生,养生时间宜不小于 14 天。

7.5.3 泡沫聚合土路基顶部路面结构层施工时,应进行必要的维护处理:

a) 在泡沫聚合土养生期内,不应在路基顶部直接行驶工程机械或车辆;

b) 在泡沫聚合土养生期后,施工需要在路基顶部行驶车辆或工程机械,应在路基顶部先行铺筑路面基层和底基层。

8 质量控制

8.1 一般规定

8.1.1 泡沫聚合土路基质量检验与评定应符合 JTGF80/1 的规定。

8.1.2 泡沫聚合土路基工程应根据工程规模,按浇注域或分项工程为单位进行质量检验与评定:

a) 当泡沫聚合土路基工程量小于 10000 m³ 时按浇注域为单位进行质量检验评定;

b) 其它泡沫聚合土路基工程按分项工程进行质量检验评定。

8.1.3 泡沫聚合土工程质量保证资料包括但不限于原材料质量资料、施工记录和试验检测数据等。

8.2 原材料检验

8.2.1 泡沫聚合土主要原材料检验项目及检验方法应符合表 13 的规定。

表 13 主要原材料检验项目、检验方法及检验频率

序号	原材料名称	检验项目	检验方法	检验频率
1	水泥	比表面积、凝结时间、安定性、强度	GB 175	每 500t 为 1 个检验批,不足 500t 按 500t 考虑
2	矿渣粉	密度、比表面积、活性指数、流动度比	GB/T 18046	每 500t 为 1 个检验批,不足 500t 按 500t 考虑
3	粉煤灰	细度、需水量比、含水量、烧失量、活性指数	GB/T 1596	每 500t 为 1 个检验批,不足 500t 按 500t 考虑
4	发泡剂	泡沫密度、1h 沉降距、1h 泌水率	CJJ/T 177	每 10t 为 1 个检验批,不足 10t 按 10t 考虑
5	水	pH 值、不溶物、可溶物、Cl ⁻	JCJ 63	进场检验 1 次

8.2.2 塑料薄膜、土工格栅、防渗土工膜等辅助工程材料可不作进场检验与验收,应提供出厂合格证。

8.3 施工质量检验

8.3.1 泡沫聚合土路基施工质量检验项目、检验方法及检验频率应符合表 14 的规定。

表 14 施工质量检验项目、检验方法及检验频率

检验项目	允许范围	检验方法	检验频率
湿密度 (kg/m^3)	满足设计要求	附录 B	每一浇注层不少于 6 次
无侧限抗压强度 (MPa)	$\geq$ 设计值	CJJ/T 177	每连续浇筑 400 m^3 成型 1 组试件, 不足 400 m^3 按 400 m^3 考虑
流值 (mm)	满足设计要求	附录 B	每连续浇筑 200 m^3 检验 1 次, 不足 200 m^3 时检验 1 次
泡沫密度 (kg/m^3)	50 ± 2	CJJ/T 177	每班开工前检验 1 次
表面裂缝 (mm)	≤ 5 且非贯穿	目测及尺量	全部检查
顶面高程 (cm)	± 5	水准仪	每 20 m 检查 1 处
厚度 (cm)	± 5	尺量	每 20 m 检查 1 处
平面宽度 (cm)	± 5	尺量	每 20 m 检查 1 处
轴线偏位 (cm)	± 5	经纬仪或尺量	每 20 m 检查 1 处

8.3.2 当设计对泡沫聚合土耐久性能有要求时, 还应检验干湿循环强度系数、软化系数等耐久性指标, 并应满足 5.2.6 条技术要求。

附录 A

(规范性)

拌合物取样及试样制备

A.1 浆料拌合

- A.1.1 泡沫聚合土试验用料可从施工现场出料口采取，亦可在试验室直接拌合制备。
- A.1.2 试验室拌制泡沫聚合土时，拌合用的材料应提前运至室内，拌合时环境温度要求为 20℃~25℃。
- A.1.3 试验用地聚物、水泥、原料土、发泡剂等原材料必须和施工现场使用的材料一致。
- A.1.4 试验室拌制泡沫聚合土前，应先将适量的发泡剂按稀释倍率稀释好并置于发泡装置内；并事先根据标准泡沫密度调整好发泡剂水溶液的发泡倍率，以备随时发泡。
- A.1.5 试验用拌合料采取量应满足式 (A.1.1) 要求：

$$V_o \geq 1.5V_s \quad (\text{A.1.1})$$

式中：

 V_o —泡沫聚合土试验用料体积； V_s —全部成型试样总体积。

A.2 泡沫聚合土制备

- A.2.1 泡沫的用量应采用量杯计量，其它材料应称重计量。
- A.2.2 试验室制备泡沫聚合土，应采用搅拌机拌合，且应先将原料土与水按设计配合比通过制浆工艺制备泥浆，再将泥浆与地聚物均匀拌合，拌合时间不少于 2 min，然后立即制备泡沫加入其中再次拌合，再次拌合时间不少于 2 min；拌合料总量应不少于搅拌机容量的 20%。
- A.2.3 试验用搅拌机转速宜不小于 50 r/min。
- A.2.4 现场采取的试验用料，在试验室应再次拌 1 min，以确保质量均匀。试验用料采取或制备完毕，应尽快进行相关试验。

附录 B

(规范性)

湿密度及流值试验

B.1 试验仪器

试验仪器应包括:

- a) 容量筒: 金属制成, 内径 108 mm, 净高 109 mm, 筒壁厚 2 mm, 容积为 1 L;
- b) 圆筒: 金属或硬质塑料制成, 内径 80 mm, 净高 80 mm, 筒壁厚 2 mm;
- c) 电子秤: 量程 3000 g, 精度 0.1 g;
- d) 平板: 塑料板或光面瓷砖, 厚度 1 cm, 边长 30 cm;
- e) 游标卡尺: 量程不小于 300 mm, 精度 0.1 mm;
- f) 秒表。

B.2 湿密度测试

湿密度应按以下步骤测定:

- a) 将容量筒内外壁用抹布擦拭干净, 并称其重量, 精确至 0.1 g;
- b) 向容量筒内轻轻倒入事先制备好的泡沫聚合土(符合附录 A 要求), 至泡沫聚合土略高出筒口;
- c) 刮平容量筒筒口, 使泡沫聚合土料与筒口平齐, 擦拭干净筒外壁, 称其重量, 精确至 0.1 g;
- d) 按式 (B.2.1) 计算湿密度:

$$\rho_w = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (\text{B.2.1})$$

式中:

 ρ_w —湿密度(kg/m³); m_1 —容量筒质量(g); m_2 —容量筒及试样质量(g); V —容量筒容积(L)。

- e) 湿密度以 3 次试验结果的算术平均值确定, 精确至 0.1 kg。

B.3 流值测试

流值应按以下步骤测定:

- a) 将平板表面、圆筒内外壁用湿抹布擦拭干净, 并将圆筒置于平板上;
- b) 向圆筒内轻轻倒入事先制备的符合附录 A 要求的泡沫聚合土料浆, 至泡沫聚合土略高出筒口;
- c) 刮平圆筒筒口, 使泡沫聚合土料浆与筒口平齐, 擦拭干净筒外壁及平板;
- d) 轻轻将圆筒向高处提起, 直至圆筒内所有样料落在平板上, 并同时用秒表开始计时, 直至样料在平板上形成圆饼状;
- e) 当秒表计时达到 1 分钟时, 用游标卡尺量测平板上的样料圆饼直径, 沿互相垂直的两个方向分别量测 (其中一个方向为最大直径方向), 取其算术平均值作为本次流值试验结果;
- f) 流值以 3 次试验结果的算术平均值确定, 精确至 1 mm。

附录 C

(规范性)

体积稳定性试验

C.1 消泡试验

C.1.1 消泡试验所用的试验用料不应小于 10 L。

C.1.2 试验仪器应包括：

- a) 电子秤 1 台，量程 300 g，精度 ± 0.1 g；
- b) 塑料桶 1 个，容量 25 L；
- c) 容量筒 1 个，金属制成，内径 108 mm，净高 109 mm，筒壁厚 2 mm，容积为 1 L；
- d) 秒表 1 个。

C.1.3 湿密度增加率测定步骤如下：

- a) 用塑料桶在施工现场泡沫聚合土出料口接盛泡沫聚合土，或在试验室制备的泡沫聚合土，体积应达到塑料桶的一半以上；
- b) 用容量筒测试所接盛泡沫聚合土的初始湿密度 (ρ_0)；
- c) 对桶内的泡沫聚合土进行连续搅拌，搅拌时在水平方向和垂直方向分别交替做椭圆运动。搅拌持续时间为 1min，用秒表测计；
- d) 测试搅拌后泡沫聚合土的湿密度；
- e) 重复第 3、第 4 步骤，直至搅拌次数达到 6 次为准，设 6 次搅拌后的最大湿密度为 $\rho_{6\max}$ ，可按式 (C.1.1) 计算消泡率：

$$\delta = \frac{\rho_{6\max} - \rho_0}{\rho_0} \quad (\text{C.1.1})$$

式中：

 δ —消泡率 (%)； ρ_0 —初始料浆密度 (kg/m^3)； $\rho_{6\max}$ —6 次搅拌后的最大湿密度。

C.2 标准沉降距测试

C.2.1 试验用料不应小于 12 L。

C.2.2 试验仪器应包括：

- a) 电子秤，量称 3000 g，精度 0.1 g；
- b) 塑料桶，容量 25 L；
- c) 容量筒，金属或硬质塑料制成，内径 80 mm，净高 80 mm，筒壁厚 2 mm；
- d) 游标卡尺，量程不小于 300 mm，精度 0.1 mm；
- e) 钢直尺，量程 200 mm，精度 1 mm；
- f) 三联试模，100 mm $\times$ 100 mm $\times$ 100 mm。

C.2.3 标准沉降距应按下列步骤测定：

- a) 泡沫聚合土制备 90 s 内装满三联试模，刮平表面；
- b) 用保鲜膜覆盖试模表面，置于在养护箱中标养 12h；
- c) 用钢直尺及游标卡尺测量泡沫聚合土凹面最低点与试模平面的距离，记录泡沫聚合土沉陷距，在三联试模的 3 格内各测量一次，以 3 次算术平均值作为标准沉降距的试验结果；
- d) 测量完毕后，将试模拆开，取出泡沫聚合土试块；将试块劈开并观察是否有中空现象。如有，则试验结果不符合要求，重复试验，直至有 3 次合格的试块。

附录 D

(规范性)

浸水软化性能试验

D.1 适用范围

适用于测定泡沫聚合土吸水软化性能。

D.2 仪器设备

浸水软化性能试验使用的仪器、设备应满足下列要求：

- a) 电子称，称量 2000 g，精度 0.1 g
- b) 游标卡尺：尺长 200 mm，分度值为 0.02 mm；
- c) 恒温水槽：控制水温 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- d) 材料试验机：测量误差 $\pm 2\%$ ，量程的选择应能使试件的预期最大破坏荷载处在全量程的 20%～80% 范围内。

D.3 试件制作

试件制作及试验取样方法应满足下列要求：

- a) 试件成型：在试验室搅拌机拌合料浆或在现场浇筑管出口处取样，量测湿密度后成型试件；
- b) 规格数量：100 mm×100 mm×100 mm 的立方体试件，共 2 组，每组 3 块；
- c) 试件养护：试件由试模中拆出后，分组放入密封袋内密封养生 28d，养生温度应为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。
- d) 将达到规定龄期后的试件放入水温为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的恒温水槽内，试件底部和顶部放置钢丝网片并压重，水面高出试件 30 cm。试件浸水 72 h 后取出；
- e) 吸水后的试件测抗压强度，计算抗压强度平均值，精确至 0.01 MPa；
- f) 将另 1 组继续标养的试件进行抗压强度试验，并计算抗压强度平均值，精确至 0.01 MPa；

D.4 计算方法

D.4.1 浸水软化系数应按式 (D.4.1) 计算：

$$f = \frac{q_s}{q_u} \dots\dots\dots (D.4.1)$$

式中：

f —软化系数；

q_s —吸水后试件强度平均值 (MPa)；

q_u —同龄期标养试件强度平均值 (MPa)。

D.4.2 试件浸水软化系数为 3 块试件浸水软化系数的平均值，精确至 0.01。