

公路特殊路堤工程泡沫混凝土应用
技术规范
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

2025年03月

目 录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人	1
二、制订标准的必要性和意义	1
三、主要工作过程	1
四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	1
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	2
六、重大意见分歧的处理依据及结果	8
七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	8
八、贯彻标准的措施建议	8
九、其他应说明的事项	8

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“中国交通运输协会关于2023年度第一批拟立项团体标准项目的公示”要求，由浙大城市学院作为主编单位，主持《公路特殊路堤工程泡沫混凝土应用技术规范》编制工作。

起草单位：浙大城市学院、杭州市交通工程集团有限公司、浙江交工集团股份有限公司、四川滨水上锦绿色科技有限公司、四川交建城市建设发展有限公司、四川滨水上锦绿色建材有限公司等。

主要起草人：王新泉、汪坚、刁红国、李梹、黄天元、王康宇、韩尚宇、齐昌广、崔允亮、陈波、梅小明、封培然、罗红、陈建福、庞嘉慧等。

二、制订标准的必要性和意义

随着“双碳”战略决策的稳步推进，全面贯彻新发展理念，泡沫混凝土作为一种轻质、保温、隔热耐火、隔音和抗冻的混凝土材料，在解决现役路堤病害处治与灾毁景观修复工程等解决资源环境约束突出问题中的应用日益广泛。在行业发展和建筑业转型升级的必然趋势下，结合现行的国家相关标准规范，研究制定满足特殊路堤工程泡沫混凝土施工的标准，规范和指导相关施工及统一质量验收标准，有助于加快推进泡沫混凝土在公路工程领域建设的标准化，符合标准化建设的理念以及社会发展的需要。

三、主要工作过程

本标准通过收集既有工程应用经验，以及相关研究成果、试验检测结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。经中国交通运输协会立项通过，根据评审会专家意见，形成本次工作组讨论稿，报中国交通运输协会进行大纲审查。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

经检索与分析，与本标准相关的主要法律法规及标准如下所列：

- ① 《公路工程泡沫混凝土应用技术规范》（DB33/T 996-2015）
- ② 《公路软土地基路堤设计规范》（DB33/T 904-2013）
- ③ 《桥涵台背回填泡沫混凝土施工技术规程》（DB36/T 1134-2019）
- ④ 《岩溶空洞泡沫混凝土充填技术规程》（T/CECS 590-2019）
- ⑤ 《泡沫混凝土应用技术规程》（JGJ/T 341-2014）

- ⑥ 《泡沫混凝土》（JG/T 266-2011）
- ⑦ 《泡沫混凝土用泡沫剂》（JC/T 2199-2013）
- ⑧ 《泡沫混凝土制备机》（JC/T 2443-2018）

经对比分析，本技术规范没有对应的国际标准或国外先进标准，且未超出上述现有法律法规及标准的范围，主要关联和区别在于：

（1）申请单位作为浙江省地方标准《公路工程泡沫混凝土应用技术规范》（DB33/T 996-2015）、《公路软土地基路堤设计规范》（DB33/T 904-213）的主要完成单位，为本技术规范的制定奠定了良好的基础。

（2）《桥涵台背回填泡沫混凝土施工技术规程》（DB36/T 1134-2019）侧重于新建或改扩建项目桥涵台背回填，条款“8.2 施工”中明确了泡沫混凝土的施工要点，而本技术规范是采用通过取消桥头锥坡、设置轻质路堤挡墙的形式实现桥台处的减跨扩容，两者之间不存在冲突问题。

（3）《岩溶空洞泡沫混凝土充填技术规程》（T/CECS 590-2019）侧重施工前期岩溶空洞的充填加固处治，本技术规范未涉及相关内容。

（4）《泡沫混凝土应用技术规程》（JGJ/T 341-2014）和《泡沫混凝土》（JG/T 266-2011）由住房和城乡建设部发布，适用于泡沫混凝土在房建领域的应用，而本技术规范适用于公路工程领域，且核心内容符合现有技术规程的要求。

（5）《泡沫混凝土用泡沫剂》（JC/T 2199-2013）和《泡沫混凝土制备机》（JC/T 2443-2018）适用于泡沫混凝土材料的制备，本技术规范中泡沫混凝土制备所需的泡沫剂和制备机指标符合上述标准。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1 范围

本文件规定了特殊路堤工程泡沫混凝土的材料及性能、设计、施工及质量检验等要求。

本文件同时为新技术、新材料、新设备、新工艺预留后期应用的技术端口。

4 材料及性能

4.2.2 泡沫剂

泡沫剂宜采用合成类高分子表面活性剂，其主要性能指标应符合表 1 的规定，其他性能应符合 JC/T 2199 的规定。

明确了泡沫剂的主要性能指标和其他性能指标的要求。

4.2.5 掺合料

c) 纤维材料可采用玻璃纤维、玄武岩纤维或聚丙烯纤维等，其性能应符合 JGJ/T 221 的规定。

为体现纤维材料在泡沫混凝土掺合料的广泛应用，新增此条款。

4.3 配合比设计

4.3.1 泡沫混凝土配合比设计应满足强度、湿密度及工作性要求。采用泡沫混凝土制备机现场制备时，应符合 JG/T 266 和 JC/T 2443 的要求。

为体现泡沫混凝土的现场浇筑工艺，新增此条款。

4.3.3 采用体积法设计，单位体积泡沫混凝土所需泡沫体积按式（1）计算：

$$V_f = \left(1 - \frac{R_c}{\rho_c} - \frac{R_w}{\rho_w}\right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V_f —单位体积泡沫混凝土中泡沫体积含量（m）；

R_c —单位体积泡沫混凝土中水泥的质量（kg）；

R_w —单位体积泡沫混凝土中水的质量（kg）；

ρ_c —水泥的表观密度（kg/m），一般取 3000kg/m~3100kg/m；

ρ_w —水的密度（kg/m），取 1000kg/m。

从DB36/T 1134 中6.1.2 引用。

4.3.4 配合比计算步骤应符合以下规定：

a) 根据设计要求确定泡沫混凝土的强度等级（ $f_{cu,k}$ ）和湿密度（ R_{fw} ）；

b) 计算配合比设计强度（ $f_{cu,28d}$ ）；

c) 粉水比按式（2）计算，取值按表2。

$$b = \frac{R_c}{R_w} \dots\dots\dots (2)$$

表 2 泡沫混凝土粉水比的取值

强度等级	CF0.6~0.8	CF0.8~1.0	CF1.0~1.2	CF1.2~3.0
粉水比/b	1.4	1.6	1.8	2.2

d) 根据式 (3) 计算单位体积泡沫混凝土中水的质量 (R_w)。

$$R_w = \frac{\rho_c \cdot (R_{fw} - \kappa \rho_f)}{(1+b) \cdot (\rho_c - \kappa \rho_f)} \dots \dots \dots (3)$$

式中:

R_{fw} —泡沫混凝土的湿密度 (kg/m^3) ;

κ —泡沫富余系数, 夏季高温宜取上限 1.4, 冬季低温宜取下限 1.1;

ρ_f —泡沫密度 (kg/m^3) , 为 $50\text{kg}/\text{m}^3 \pm 5\text{kg}/\text{m}^3$;

B —粉水比。

e) 根据 R_w 和公式 (3), 计算单位体积泡沫混凝土中水泥的质量 (R_c)。

f) 根据 R_{fw} 、 R_w 、 R_c 和公式 (4), 计算单位体积泡沫混凝土中泡沫质量 (R_f)。

$$R_{fw} = (R_w + R_c + R_f) \dots \dots \dots (4)$$

g) 矿物掺合料的掺量应根据泡沫混凝土的性能试验确定。

从DB36/T 1134 中6.2引用。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 特殊路堤设计包括新建软土路堤、改扩建路堤、灾毁修复路堤和特殊处治工程等。

明确了本规范中特殊路堤的定义和适用范围。

5.2 新建软土路堤

5.2.1 泡沫混凝土应用于新建软土路堤时, 应符合 JTG D30 和 JTG F10 的规定。

明确了泡沫混凝土在公路工程中应用的总体要求, 新增此条款。

5.2.4 当一般路段地基存在深厚软弱土层, 路堤用地不受限制时, 可采用先预压后换填泡沫混凝土放坡轻质路堤结构 (图 1)。

作为本技术规范的核心内容, 为了体现不同工况下的新型泡沫混凝土轻质路堤技术,

新增此条款。

5.2.5 当一般路段地基存在深厚软弱土层，路堤用地受限制时，可采用先预压后换填泡沫混凝土无坡轻质路堤结构（见图 2）；路堤中部采用泡沫混凝土回填，内部设置加筋网，两侧设置装配式挡板。

作为本技术规范的核心内容，为了体现不同工况下的新型泡沫混凝土轻质路堤技术，新增此条款。

5.2.6 当桥头过渡路段地基存在深厚软弱土层，台前锥坡放坡受限时，可采用无桥头锥坡预制挡墙泡沫混凝土轻质路堤结构（见图 3）；台背无需放坡，桥头台背纵向宜采用泡沫混凝土台阶式过渡填充，且纵向过渡分级长度不低于 10m。

作为本技术规范的核心内容，为了体现不同工况下的新型泡沫混凝土轻质路堤技术，新增此条款。

5.4 灾毁修复路堤

5.4.1 在灾毁场坪重新修建道路和建筑物应先修筑边坡防护结构，可采用灾毁路基多级边坡泡沫混凝土拼宽景观修复结构（图 5），并满足以下要求：

a) 挡墙结构可通过预制挡墙单元交错设置为阶梯式，采用泡沫混凝土分阶回填形成超高的挡墙泡沫混凝土防护结构；

b) 预制挡墙单元可采用“双支锚杆和单支锚杆”的混合锚杆体系进行锚固。

c) 桩基承台底部可设置楔形的桩基承台和长短桩基，使用锚索与坡体连为一体；

作为本技术规范的核心内容，为了体现泡沫混凝土在灾毁景观修改工程中的创新技术，新增此条款。

5.5 特殊处治工程

5.5.1 滑坡

5.5.1.1 高陡坡滑坡处治时，可采用高陡地形滑坡处治泡沫混凝土轻质路堤结构（见图 6），并满足以下要求：

a) 应先对滑坡地段进行卸载，再浇筑泡沫混凝土；

b) 边坡卸载后，可在填方坡脚适当打设抗滑桩，再进行水沟修复和地面硬化处理，完成修筑反压护道；

c) 为防止卸载时发生坍塌等危险，可设置应急卸载地面线；

d) 在易滑坡地段可采用直立式挡墙结构，缩短放坡距离；

e) 路堤底部还应设置排水设施。

5.5.1.2 滑坡区域处治设计前,应评估场地范围及周边不良地质与浇筑结构体之间的相互作用和稳定性影响,泡沫混凝土处治方案宜与其他方案进行技术经济综合比选。

5.5.1.3 泡沫混凝土浇筑体在滑坡体上方通过时,应进行路堤稳定验算。

5.5.1.4 路堤滑坡处治应将开挖范围的既有路堤滑动面修整成为台阶状,台阶宽度不应小于 2m,坡度适当内倾,坡度 2%~4%。

5.5.1.5 斜坡上浇筑泡沫混凝土时,应采用台阶式浇筑。

5.5.1.6 滑坡区域处治设计时,应明确滑塌体清理、排水措施和浇筑体基础处理等要求。

作为本技术规范的核心内容,为了体现泡沫混凝土在高陡地形滑坡处治工程中的新技术,新增上述条款。

5.5.2 挡墙变形

5.5.2.1 挡墙变形

现役挡墙病害处治时,可采用现役挡墙病害泡沫混凝土修复结构(图 7),将原有路堤换填为泡沫混凝土,并满足以下要求:

a) 针对现役挡墙为重力式挡墙,可采用挡墙外侧设置后加固基础的修复结构;后加固基础内设置钢筋骨架,挡墙内壁和原有路堤换填泡沫混凝土开挖台阶上设置爪型锚架,保证泡沫混凝土与原有结构的整体性。

b) 针对现役挡墙为薄壁式挡墙,可采用挡墙外侧设置泡沫混凝土灌芯挡墙的修复结构;在泡沫混凝土灌芯挡墙内设置栓钉带,栓钉带通过固定钉与原挡墙连接,同时在挡墙基础位置施工扩大基础。

作为本技术规范的核心内容,为了体现泡沫混凝土在现役挡墙病害处治工程中的新技术,新增此条款。

6 施工

6.2 新建软土路堤

6.2.1 先预压后换填泡沫混凝土放坡轻质路堤

6.2.2 先预压后换填泡沫混凝土无坡轻质路堤

6.2.3 无桥头锥坡预制挡墙泡沫混凝土轻质路堤

作为本技术规范的核心内容,为了与前文设计内容相对应,新增该技术对应的施工条款。

6.4 灾毁修复路堤

6.4.1 桩基承台施工

6.4.2 锚索施工

6.4.3 预制挡墙施工

作为本技术规范的核心内容，为了与前文设计内容相对应，新增该技术对应的施工条款。

6.5 特殊处治工程

6.5.1 滑坡

6.5.2 挡墙变形

作为本技术规范的核心内容，为了与前文设计内容相对应，新增该技术对应的施工条款。

7 质量检验

7.3.3 泡沫混凝土填筑体的实测项目应满足表 8 的规定，各项检验合格率不低于 90%。

表 8 泡沫混凝土填筑体的实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法	检查频率
1	抗压强度 (MPa)		\geq 设计值	施工中留件检测，按附录 C 检查	每100m ³
2	吸水率 (%)		\leq 设计值	施工中留件检测，按附录 D 检查	每200m ³
3	顶面高程 (mm)		± 50	水准仪	每200m测4点，不足200m每个浇筑工点测4点
4	轴线偏位 (mm)		50	经纬仪或拉尺	每200m测4点，不足200m每个浇筑工点测4点
5	宽度 (mm)		\geq 设计值	米尺	每200m测4点，不足200m每个浇筑工点测4点
6	平整度 (mm)		± 10	直尺	每个浇筑工点测3处或每200m测2处
7	基底高程 (mm)	土质	± 50	水准仪	每200m测4点，不足200m每个浇筑工点测4点
		石质	$\pm 50, -200$		

从 JGJ/T 341 中引用，并新增了抗压强度和吸水率。

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、贯彻标准的措施建议

(1) 精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确特殊路堤泡沫混凝土的材料、性能、设计、施工、质量检测等方面的具体要求，指导泡沫混凝土应用工程的实施，有效推动贯标工作的开展及落实。

(2) 组织相关人员到施工现场参观学习，直观展示泡沫混凝土轻质路堤与灾毁景观修复等特殊路堤工程效果及具体施工工艺。

(3) 定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，不断对特殊路堤泡沫混凝土应用技术进行改进，保持技术领先、性能优化、质量可靠。

九、其他应说明的事项

无。