

现浇轻质泡沫混凝土墙体应用技术规程

编制说明

标准编制组

2024年8月

目 录

1 工作简况	2
1.1 任务来源	2
1.2 主要工作过程	2
1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作	2
2 标准编制的原则和主要内容	3
2.1 标准制定的原则	3
2.2 标准的主要内容	3
3 主要试验验证情况分析 with 指标确定	12
3.1 泡沫混凝土材料与制备	12
3.2 设计	16
4 标准中涉及专利情况说明	26
5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况	26
6 采用国际标准和国外同类先进标准情况	27
7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调	27
8 重大意见分歧的处理依据和结果	28
9 标准性质的建议说明	28
10 贯彻标准的措施建议	28
11 废止现行有关标准的建议	28
12 其他应说明的事项	28

1 工作简况

1.1 任务来源

根据中国混凝土与水泥制品协会《关于下达 2024 年中国混凝土与水泥制品协会标准制修订计划（第四批）的通知》（中制协字[2024]39 号）的要求，《现浇轻质泡沫混凝土墙体应用技术规程》为协会标准制定项目，计划号 2024-09-cbjh。

本规程由中国混凝土与水泥制品协会负责管理，由青岛中邦新材料科技有限公司、青岛理工大学负责起草并组织相关单位共同完成。

1.2 主要工作过程

2024 年 6 月 25 日，编制组成立暨第一次工作会议在山东青岛召开。会上，由青岛理工大学田砾教授对标准前期调研和准备工作的情况汇报，编制组成员对现浇轻质泡沫混凝土墙体材料性能、构造措施优化等进行了充分交流，明确了参编单位的分工及标准编制进度，并针对标准编制原则、标准适用对象及范围、标准构架及主要技术要求等关键点提出了意见和建议。

2024 年 8 月 19 日，编制组成员在青岛理工大学召开了本规程草稿讨论会，本次会议重点对标准的术语内容、每章节的内容进行了讨论与修改。逐条修改了第三章泡沫混凝土的材料组成与性能要求和第四章现浇轻质泡沫混凝土墙体的墙体构造的条文内容。

1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

1.3.1 参编单位

本规程由中国混凝土与水泥制品协会负责管理，主编单位有青岛中邦新材料科技有限公司与青岛理工大学，参编单位有山东中建西部建设有限公司、东南大学、山东电力建设第三工程有限公司、青岛北洋建筑设计院、中国一冶集团有限公司华东分公司、江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、江西省九江市城规新材料科技有限公司、青岛市新润源市政工程有限公司等

1.3.2 单位分工和主要起草人

本规程共分 6 章，2 个附录。本规程的主要起草人及分工见表 1 所示。

本规程的主要起草人为：王鹏刚、史云强、杜振兴、史云刚、田砾、蒋姗、余伟、许国东、王宝彤、江硕、刘佩燕、韩晓峰、于泳及曹瑜斌。

表 1 主要起草人及分工表

章节名称	单位分工	主要起草人
1 总则	青岛中邦新材料科技有限公司牵头	史云强，曹瑜斌，刘佩燕

2 术语和符号	青岛理工大学牵头	蒋姗, 许国东
3 泡沫混凝土制备	青岛理工大学牵头	王鹏刚, 余伟, 于泳, 江硕
4 设计	青岛理工大学牵头	田砾, 杜振兴, 王宝彤, 余伟
5 施工	青岛中邦新材料科技有限公司牵头	史云刚, 许国东, 韩晓峰, 于泳
6 质量检验与验收	青岛理工大学牵头	蒋姗, 许国东, 于泳, 曹瑜斌
7 附录	青岛理工大学牵头	杜振兴, 王宝彤, 江硕, 刘佩燕
统稿	青岛理工大学牵头	杜振兴, 王宝彤, 江硕, 刘佩燕

2 标准编制的原则和主要内容

2.1 标准制定的原则

本规程按照《工程建设标准编写规定》（建标[2008]182号）给出的规则进行编写。本规程的编制遵从以下规则：贯彻执行国家的政策、法规，与现行其他国家标准协调一致的原则；技术指标制定先进可行、规范合理的原则；标准制定突出产品特性，促进建筑行业健康发展和产品推广的原则。

本规程的内容借鉴工程实践经验，参考了相关标准，试验方法主要采用现行的国家标准和行业标准，以保证标准中技术指标的准确性、科学性与可比性，各项指标值在满足工程要求的前提下根据试验验证结果确定。本规程适用于民用建筑与工业建筑的现浇轻质泡沫混凝土墙体结构的施工，其他建筑采用现浇轻质泡沫混凝土墙体可参照使用。凡本规程未作规定的，应符合国家现行有关标准的规定。

2.2 标准的主要内容

本规程主要共分6章，2个附录。分别为1总则；2术语和符号；3泡沫混凝土材料与制备；4设计；5施工；6质量检验与验收；另包含附录A和附录B。

1 总则

现浇轻质泡沫混凝土墙体具有质轻、整体性好、保温和隔声性能好、防火阻燃、工艺简便、施工快捷、节约材料等特点，是一种具有多功能性的环保墙体。本章节规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的基本要求和适用范围。

2 术语和符号

本章节对泡沫混凝土、现浇轻质泡沫混凝土墙体、泡沫剂等定义了相关的专业术语和符号，以便于理解和执行规程。

3 泡沫混凝土材料与制备

本章节规定了泡沫混凝土中应用的水泥品类、掺合料、外加剂、泡沫剂与现浇轻质泡沫混凝土墙体的性能要求。其中，与行业标准 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》的主要差异和水平对比见表 3。

3.1 原材料

3.1.1 水泥

水泥是制备泡沫混凝土的主要原材料，在工程应用中，一般采用通用硅酸盐水泥，当采用快硬水泥或特殊水泥时，使用前应进行配合比试验和性能测试，符合设计要求，方可使用。一般情况下，建议选用 42.5 级及以上的水泥。本条提出的设计要求，是指工程设计要求。

3.1.2 掺合料

粉煤灰、矿渣粉、钢渣粉、硅灰等固体废弃物也可作为掺合料，其性能指标应分别符合相应标准规范的要求，掺量应通过试验确定。骨料根据需要选用，特细砂、石粉等可作为集料添加使用，并需要进行相应的试验和检验。

3.1.3 轻集料

轻质混凝土可选用轻集料，轻集料宜选用燃煤底灰、陶粒、钢渣、尾矿渣等材料。还可选用珍珠岩、聚丙烯颗粒、磷石膏等材料，轻集料性能指标要求应符合相关标准。

3.1.4 外加剂

轻质混凝土可根据需要添加一定的外加剂，所添加的外加剂必须符合相应的产品质量标准，防止对轻质混凝土产生不良影响。

3.1.5 泡沫剂

物理发泡泡沫剂应选用专用泡沫剂，且质量可靠、性能良好，其环保指标应符合国家现行有关标准的规定。泡沫剂应符合发泡要求，所制得泡沫应具有良好的稳定性，且气泡独立，硬化后的泡沫混凝土性能应符合现行行业标准《泡沫混凝土》JGJ/T 266 的规定。

3.1.5 水

条文中的水包括拌合用水、稀释用水。水的选用一般以不影响泡沫混凝土性能为原则，可采用饮用水、自来水、河水、湖泊水和鱼塘水，不应采用油污水、海水、含泥量大的水。

3.2 其他材料

3.2.1 拉结筋

本条规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的拉结筋级别。实际工程中，泡沫混凝土强度等

级较低、与钢筋之间的粘结强度较低，高强度的拉结筋在泡沫混凝土中的锚固长度大，高强度拉结筋与泡沫混凝土的共同工作能力差。

3.2.2 钢丝焊接网

现浇轻质泡沫混凝土墙体内配置钢丝焊接网，可以有效预防和降低墙体出现干缩裂缝的风险，提高墙体整体性及稳定性，保证墙体的安全性满足要求。根据《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19 的规定，钢丝直径种类很多，现浇轻质泡沫混凝土墙体配置的钢丝主要为满足构造需求，综合考虑耐久性、经济性及施工方便，故本条规定现浇轻质泡沫混凝土墙体内配置的钢丝直径不宜小于 2.5 mm。

3.3 现浇轻质泡沫混凝土墙体

3.3.1 现浇轻质泡沫混凝土的干密度随环境温湿度有细微变化。干密度越轻，泡沫混凝土中气泡含量越多，干密度变化率越大，反之干密度变化率越小。现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266 中给出了 16 个密度等级的泡沫混凝土。现浇轻质泡沫混凝土非承重墙中，密度等级偏小时，其抗压强度较低，密度等级较高时其抗压强度较大，但自重也较大，与目前工程中最常用的加气混凝土砌块墙体相比，在墙体自重方面优势不大。综合考虑安全性，经济性，根据工程实践经验，现浇轻质泡沫混凝土墙体用混凝土密度等级从 A07~A11 之间选取是合适的。

3.3.2~3.3.3 现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266 中给出了 14 个强度等级的泡沫混凝土。泡沫混凝土的泡沫用量越多，其干密度等级越小，抗压强度越低。现浇轻质泡沫混凝土墙体主要用于建筑内部隔墙和建筑外围护墙，除了承担墙体自身重量外，还可能承担风荷载等面外荷载。因此，强度等级过小，将会导致墙体耐久性较差，且存在安全隐患，强度等级过高，则墙体的经济效益较差。根据工程实践经验，综合考虑安全性、经济性，现浇轻质泡沫混凝土墙体用混凝土强度等级从 FC3、FC3.5、FC4、FC4.5、FC6 之间选取是合适的。内部隔墙不应低于 FC3，外围护墙采用 FC4。

3.3.4~3.3.8 规定了现浇轻质泡沫混凝土的吸水率、抗冻性、导热系数、干燥收缩值及线膨胀系数等常用指标。

3.3.9 考虑工程经验和工程应用实际情况，规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的厚度。

3.3.10 规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的性能指标应符合的要求。

3.4 配合比设计

3.4.1 考虑到配合比对泡沫混凝土性能的重要性，本规程给出了配合比计算和调整的详

细步骤。为了使配合比设计服务于实际工程施工，配合比设计与实际工程施工的配合比一致，要求采用同厂家、同产地、同品种、同规格的原材料进行试配。

3.4.2 对于新拌泡沫混凝土的目标配合比主要检验干密度、流动度、抗压强度是否满足要求。流动度是衡量泡沫混凝土流动性的指标，复杂结构及填充工程对此指标要求较高。

由于现场配制的抗压强度值具有一定的波动性，为了保证施工时的抗压强度满足设计要求，施工配合比的实测抗压强度值应在抗压强度设计值的基础上予以适当提高。一般情况下，室内实测抗压强度应大于设计抗压强度的 1.05 倍。

3.4.3~3.4.10 泡沫混凝土配合比设计可依据固定原材料重量法和固体混合料体积法进行。通过检测泡沫混凝土湿密度，进而控制泡沫混凝土干密度和均匀性，达到控制泡沫混凝土抗压强度及导热系数的目的。本规程采用固定原材料重量法进行泡沫混凝土配合比设计。制取泡沫用的水和泡沫剂的数量在生产用的泡沫混凝土搅拌机中，用试验方法来测定。配制好泡沫剂后，根据泡沫测定仪测定，如果经 1 h 后，泡沫的下陷度不大于 10 mm，排出的液体不大于 80 cm³ 时，泡沫的倍数不小于 20 则此种泡沫符合要求。

根据泡沫特性所得出的良好指标以及最小的泡沫剂用量而得出的配合比，被认为是制造泡沫混凝土用的最适宜的配合比。

仅当制造新泡沫剂时，才需要确定所有各项泡沫特性，而在日常实际生产时，只确定泡沫的下陷度就可以了。如长时间存放泡沫剂时，使用前应做性能检测。

确定水泥砂子的比率和水胶比。在选择泡沫混凝土的配比时，水泥砂浆的水胶比乃是一项基本因素，该水胶比应保证在砂浆与泡沫混合之后获得一种结构优良强度最大的泡沫混凝土。水泥砂浆最适宜的水胶比，对这些材料来说，主要取决于水泥的活性，水泥与砂子的比率和泡沫混凝土的密度。配制泡沫混凝土的水泥砂浆的水胶比是这样一个比率，即是在灰浆内水的质量与胶凝材料总质量之比，因为泡沫混凝土在成型过程中，除水泥以外的其他活性材料也参与化学反应。

为了确定泡沫混凝土最适宜的水胶比，应采用不同的水胶比进行试拌。在实验室条件下，拌合后的泡沫混凝土养护时间应不小于 6 h，然后测量下陷度，确定最佳水胶比。

若得到的泡沫混凝土的抗压强度比设计的高出 20 %，应适当减少该配合比中水泥用量。在泡沫混凝土搅拌机中每拌合一次所需要的材料数量，取决于搅拌机每一次的产量，而此产量系根据泡沫混凝土预定密度的变化。

3.5 泡沫混凝土制备

3.5.1~3.5.3 泡沫混凝土拌合物制备应符合下列规定：

1 泡沫剂的相关性能指标应符合现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266；泡沫剂设备的相关参数应符合泡沫剂发泡要求；

2 采用强制搅拌机时，从投料开始至料浆搅拌结束的时间不得少于 10 min。

2 在物理发泡中，泡沫混凝土料浆与泡沫混合时，应在混合搅拌机中进行，搅拌时间宜为 3 min~5 min。

3 在物理发泡中，连续上料宜采用双桶式搅拌机，上料与出料时差不应小于 2 min。搅拌机转速不应小于 90 r/min。

4 化学发泡用搅拌机其转速不应小于 120 r/min，搅拌时间宜大于 1 min，但不应大于 3 min。

表 3 本规程与 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》条文差异

材料	规范标准	《现浇轻质泡沫混凝土墙体应用技术规程》	《泡沫混凝土应用技术规程》JGJ/T 341
掺合料		粉煤灰、矿渣粉、钢渣粉、硅灰等固体废弃物可作为掺合料。	未细分
轻集料		轻集料宜选用燃煤底灰、陶粒、钢渣、尾矿渣等材料。还可选用珍珠岩、聚丙烯颗粒、磷石膏等材料。	—
外加剂		轻质混凝土可根据需要添加一定的外加剂，所添加的外加剂必须符合相应的产品质量标准，防止对轻质混凝土产生不良影响。	—
泡沫剂		仅对物理发泡剂进行规定。	对物理、化学发泡剂进行规定。
拉结筋		拉结筋宜采用 HPB300 热轧光圆钢筋，也可采用 HRB400 级钢筋，其性能指标应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。	—
钢丝焊接网		钢丝焊接网宜采用直径不低于 2.5 mm 的冷拔低碳钢丝，其性能指标应符合现行行业标准《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》JG/T 540、《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19 的有关规定。	—

4 设计

本章节规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的构造设计要求；分为一般规定与墙体构造。

其中，与行业标准 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》的主要差异和水平对比见表 4。

4.1 一般规定

4.1.1 现浇轻质泡沫混凝土墙体处理用做建筑隔墙和围护作用，需要满足建筑功能要求。当现浇轻质泡沫混凝土墙体高度较大或建筑外墙承受较大的风荷载时，应对墙体进行承载力及稳定验算，并对风荷载作用下的墙体进行变形验算。

4.1.2 现浇轻质泡沫混凝土墙体承载力、稳定及变形计算时，可忽略钢丝网片的有利作用，按素混凝土构件计算。本条给出了轴心抗压强度设计值 f_c 、抗拉强度设计值 f_t 和弹性模量的取值方法。其中弹性模量经验公式是借鉴《气泡混合轻质土填筑工程技术规程》CJJ/T 177 中的经验公式。考虑泡沫混凝土与气泡轻质土材质类似，为进行结构变形验算，可按本规定进行。

4.1.3 本条规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的高厚比。现浇泡沫混凝土墙体的高厚比验算参照了现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 墙、柱高厚比计算公式验算。考虑到现浇轻质泡沫混凝土墙体的整体性较好，且配有钢丝网片，周边与主体结构构件设置拉结，允许高厚比取 24。

4.1.4 规定了泡沫混凝土墙体使用的泡沫混凝土最小强度等级，应严格执行。外墙环境较为恶劣，其强度等级不应低于 FC4；建筑内部的隔墙环境较好，其强度等级不应低于 FC3。

4.1.5~4.1.6 考虑建筑节能和隔声的要求，规定泡沫混凝土外墙和内墙的最小厚度，并对墙体中的钢丝做出规定。钢丝具体做法应参照现行行业标准《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19，考虑泡沫混凝土墙体耐久性。现浇轻质泡沫混凝土墙体的整体性能和抗裂性能明显好于加气混凝土砌块墙。建筑内隔墙的钢丝网的直径和网孔间距可根据抗震设防烈度和抗震等级进行设置，具体设置见表 4.1.6。对受面外荷载较大的现浇轻质泡沫混凝土墙体以及建筑外围护墙，为保证墙体的安全性和耐久性，应配置双层钢丝焊接网。

表 4.1.6 不同抗震设防烈度和抗震等级下钢丝网直径与网孔间距

抗震设防烈度	抗震等级	钢丝网直径 (mm)	钢丝网网孔间距 (mm)
6	四	≥ 2.5	≤ 200
	三		
7	四	≥ 2.5	≤ 200

	三		
	二		≤ 150
8	三	≥ 3	≤ 200
	二		≤ 150
	一	≥ 4	≤ 100
9	二	≥ 3	≤ 150
	一	≥ 4	≤ 100

4.2 墙体构造

4.2.1 现浇泡沫混凝土墙体与主体结构构件（柱、梁、板或剪力墙）应有可靠的连接措施。连接措施一般采用结构构件预留拉结钢筋或后植筋。拉结筋可采用 2Φ6 钢筋（墙内配置双层钢丝焊接网时）或 1Φ6 钢筋（墙内配置单层钢丝焊接网时），沿墙高间距不宜大于 500mm，伸入泡沫混凝土墙体长度不小于 300mm。拉结钢筋应与焊接钢丝网绑扎，绑扎长度不小于 240mm。

4.2.3 本条规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体自身的连接加强构造措施。为了提高现浇轻质泡沫混凝土墙体的整体性能和抗震性能，应符合下列规定：

1 现浇泡沫混凝土墙体，当墙长大于 5m 时或墙长超过层高 2 倍时，根据墙体高度的不同，应符合下列规定：

（1）当墙高小于 6m 时，应在墙体中间位置设置暗柱（图 4.2.3）；暗柱应与墙同厚，截面宽度不应小于 200mm，纵向应设置四根直径不小于 10mm 的钢筋，箍筋直径不应小于 6mm，箍筋间距不宜大于 200mm；

（2）当墙高大于 6m 时，应在墙体中间位置设置钢筋混凝土构造柱；浇筑墙体时，先浇筑构造柱，待构造柱终凝后再浇筑连接的泡沫混凝土墙体；构造柱应与墙同厚，截面宽度不宜小于 200mm，构造柱混凝土强度等级不宜低于 C20，纵向应设置四根直径不小于 12mm 的钢筋，箍筋直径不应小于 6mm，箍筋间距不宜大于 200mm；构造柱与泡沫混凝土墙应采用拉结筋连接，拉结筋应符合本规程第 4.2.1 条的规定；

2 现浇泡沫混凝土墙体，当墙高大于 4m、小于 6m 时，墙体半高处宜设置与柱连接且沿墙全长贯通的配筋带；当墙高大于 6m 时，应设置与柱连接且沿墙全长贯通的钢筋混凝土现浇带，混凝土强度等级不宜低于 C20；配筋带和钢筋混凝土现浇带应与墙同宽，截面高度宜为 120mm，水平方向应配置四根直径不小于 10mm 的钢筋，箍筋直径不宜小于 6mm，箍

筋间距不宜大于 250mm；

3 现浇泡沫混凝土墙体纵横墙交接处及墙体转角处，当墙高大于 3m 时应设置暗柱；暗柱应符合第 1 条规定；当相邻墙体转角距离小于 1m 时，可只在受力较大的转角处设置暗柱；当墙体厚度为 100mm 时，可在墙体转角处设置两根通长钢筋，无需设置暗柱。

4.2.6 本条规定了泡沫混凝土墙体门窗洞口处加强钢筋的布置原则。工程经验表明，实际工程中的现浇轻质泡沫混凝土墙体的裂缝很少，大部分墙体基本上没有肉眼可见裂缝，但在现浇轻质泡沫混凝土墙体内洞口的角部容易出现裂缝，故应进行配筋加强。现浇轻质泡沫混凝土墙体中的门窗洞口顶不到主体结构梁板时，应在洞顶设置过梁。过梁可采用现浇钢筋混凝土过梁或与墙同厚度的暗梁，配筋应由计算确定。

4.2.8 本条规定了配电箱、消防栓箱等与泡沫混凝土墙体连接措施。

表 4 本规程与 JGJ/T 341-2014 《泡沫混凝土应用技术规程》条文差异

构造形式	规范标准 《现浇轻质泡沫混凝土墙体应用技术规程》	《泡沫混凝土应用技术规程》 JGJ/T 341-2014
现浇轻质泡沫混凝土墙体受压承载力计算	看参照素混凝土构件计算。给出了轴心抗压强度设计值 f_c 、抗拉强度设计值 f_t 和弹性模量的取值方法	—
高厚比	允许高厚比 24	允许高厚比 22
墙体厚度	泡沫混凝土内隔墙的厚度不宜小于 120mm	泡沫混凝土内隔墙的厚度不宜小于 100mm
钢丝网直径与网孔间距	建筑内隔墙的钢丝网的直径和网孔间距可根据抗震设防烈度和抗震等级进行设置，具体设置见表 4.1.6。对受面外荷载较大的现浇轻质泡沫混凝土墙体以及建筑外围护墙，为保证墙体的安全性和耐久性，应配置双层钢丝焊接网。	泡沫混凝土外墙内应配置厚度不小于 100mm 的焊接钢丝网架，钢丝直径不宜小于 4mm。泡沫混凝土内隔墙内应配置厚度不小于 60mm 的焊接钢丝网架，钢丝直径不宜小于 4mm。
拉结筋数量	拉结筋可采用 2Φ6 钢筋（墙内配置双层钢丝焊接网时）或 1Φ6 钢筋（墙内配置单层钢丝焊接网时）	拉结筋应为两根直径不小于 6mm 的钢筋，两根钢筋间距不宜大于 50mm

构造柱、暗柱	现浇泡沫混凝土墙体，当墙长大于5m 时或墙长超过层高 2 倍时，墙高小于 6m，应在墙体中间位置设置暗柱；墙高大于 6m，应在墙体中间位置设置钢筋混凝土构造柱。	现浇泡沫混凝土墙体，当墙长大于 5m 时或墙长超过层高 2 倍时，宜在墙体中间位置设置钢筋混凝土构造柱；
配筋带、钢筋混凝土现浇带	现浇泡沫混凝土墙体，当墙高大于 4m、小于 6m 时，墙体半高处宜设置与柱连接且沿墙全长贯通的配筋带；当墙高大于 6m 时，应设置与柱连接且沿墙全长贯通的钢筋混凝土现浇带	墙高超过 4m 时，墙体半高处宜设置与柱连接且沿墙全长贯通的钢筋混凝土现浇带。
纵横墙交界处、转角墙	现浇泡沫混凝土墙体纵横墙交接处及墙体转角处，当墙高大于 3m 时应设置暗柱；当相邻墙体转角距离小于 1m 时，可只在受力较大的转角处设置暗柱；当墙体厚度为 100mm 时，可在墙体转角处设置两根通长钢筋，无需设置暗柱。	泡沫混凝土纵横墙交接处及隔墙转角处，当墙高大于 3m 时应设钢筋混凝土构造柱。当墙高不大于 3m 时，可设暗柱。
配电箱、消防栓箱	规定了配电箱、消防栓箱等与泡沫混凝土墙体连接措施	—

5 施工

本章节规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的生产和施工过程中的各种要求和注意事项；分为一般规定、施工准备、现浇轻质泡沫混凝土施工、现浇轻质泡沫混凝土墙体养护和现浇轻质泡沫混凝土墙体面层五部分。

施工准备中对现浇轻质泡沫混凝土墙体施工基面准备、水、电管线、预埋件、模板、与钢筋的品种、规格、数量、位置等进行了规定。

现浇轻质泡沫混凝土施工对泡沫混凝土浆料拌制、运输、浇筑等进行了规定。

5.2 施工准备

5.2.2 规定了应检查水、电管线、预埋件的规格、数量、位置及固定情况。

5.2.3 泡沫混凝土墙体模板设计不周到，容易发生质量和安全事故。为保证质量和安全，本条规定模板及其支架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能可靠地承受浇筑泡沫混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。

5.2.4 现浇泡沫混凝土施工，必须进行模板安装，才能使泡沫混凝土塑造成设计要求的形状。由于泡沫混凝土自身流动度高，若模板接缝较大将会造成漏浆，而模板内的积水、杂质与基层情况一样，同样会影响泡沫混凝土的性能。

5.2.6 对泡沫混凝土墙模板做出规定。

5.3 现浇轻质泡沫混凝土施工

5.3.4 考虑到泡沫混凝土拌合物的稳泡情况和施工要求，本条规定泡沫混凝土拌合物的初凝时间不应大于 2h。

5.3.5 本条对泡沫混凝土干混砂浆料采用工厂预拌配制时作出规定。

5.3.7 搅拌站距离施工现场较远时，需要用搅拌车运输，泡沫应在施工现场与料浆混合。在料浆到达施工现场时，卸料前应对料浆进行强化搅拌，防止料浆结皮、分层、离析等现象的发生。

在二次搅拌机的进料口加装过滤网，对料浆中的结块、石子等进行过滤是为了保证泡沫混凝土料浆的均匀性，并防止设备堵塞。

5.3.9~5.3.11 这三条的规定均是为了防止泡沫混凝土消泡并且保证浇筑均匀。

5.3.13 出料口离浇筑面垂直距离不应超过 0.5m，以防止冲击力过大造成气泡破损过多。

5.3.14 本条对现浇泡沫混凝土在雨期、高温和冬期施工作了规定。

5.4 现浇轻质泡沫混凝土墙体养护

5.4.1~5.4.3 为保证墙体质量，对现浇轻质泡沫混凝土墙体的养护做出了规定。

5.5 现浇轻质泡沫混凝土墙体面层

5.5.1~5.5.3 为保证现浇轻质泡沫混凝土墙体面层质量，做出了相应规定。

6 质量检验与验收

本章节规定了现浇轻质泡沫混凝土墙体的质量检验方法和验收标准；分为原材料质量检验、性能质量检验、工程验收三部分。

6.1 现浇轻质泡沫混凝土原材料质量检验

6.1.1 原材料进场时，供方应按材料进场验收划分的检验批，向需方提供有效的质量证

明文件，这是证明材料质量合格以及保证材料能够安全使用的基本要求。各种建筑材料均应具有质量证明文件，这一要求已经列入我国法律、法规和各项技术标准。

6.1.2 本条规定的目的，一是通过原材料进场检验，保证材料质量合格，杜绝假冒伪劣和不合格产品用于工程；二是在保证工程材料质量合格的前提下，合理降低检验成本。

6.2 现浇轻质泡沫混凝土性能质量检验

6.2.2 泡沫混凝土拌合物流动度的检验应符合《泡沫混凝土》JG/T 266 的规定。

6.2.3 硬化后泡沫混凝土性能应符合本规程第 3.3 节的规定。

6.3 现浇轻质泡沫混凝土墙体工程验收

6.3.1 现浇轻质泡沫混凝土墙体工程验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

3 主要试验验证情况分析 with 指标确定

3.1 泡沫混凝土材料与制备

3.3 条对现浇泡沫混凝土的性能指标进行了规定，指标依据如下：

1. 利用粉煤灰作为掺合料，炉渣作为细骨料并加入聚丙烯纤维进行 A10 等级的泡沫混凝土的制备。配合比如下表 3.1.1 所示：

表 3.1.1 泡沫混凝土配合比 (kg/m³)

	水泥	粉煤灰	炉渣	外加剂	水	PPF	泡沫
B0F7	325	700.9	0	3.15	381.1		250L/m ³
B2F5	325	501.5	200	3.15	359.9		250L/m ³
B3F4	325	404.7	300	3.15	349.4	0 %	250L/m ³
B4F3	325	310.9	400	3.15	338.8	(0 kg/m ³)	250L/m ³
B5F2	325	217.2	500	3.15	328.2		250L/m ³
B6F1	325	123.4	600	3.15	317.6		250L/m ³
B0F7	325	700.9	0	3.15	381.1		250L/m ³
B2F5	325	501.5	200	3.15	359.9		250L/m ³
B3F4	325	404.7	300	3.15	349.4	0.5 %	250L/m ³
B4F3	325	310.9	400	3.15	338.8	(4.6 kg/m ³)	250L/m ³
B5F2	325	217.2	500	3.15	328.2		250L/m ³
B6F1	325	123.4	600	3.15	317.6		250L/m ³

3.3.1 干密度

泡沫混凝土制品的干密度测试方法按照现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266 执行，结果如下表 3.1.2 所示：

表 3.1.2 干密度

编号	0 %纤维/ kg/m ³	0.5 %纤维/ kg/m ³
----	--------------------------	----------------------------

B0F7	1040.78	948.04
B2F5	1030.23	946.73
B3F4	1021.98	946.06
B4F3	1044.16	945.71
B5F2	1039.33	944.28
B6F1	1008.98	933.32

按照固定料浆体积法得出的配合比的干密度均处于 A10 等级范围内,加入 0.5 %的聚丙烯纤维后,干密度降低,其干密度处于 A09 等级范围内。

3.3.3 抗压强度

抗压强度的测试按照现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266 执行,结果如下表 3.1.3 所示:

表 3.1.3 抗压强度

编号	0%纤维/ MPa	0.5%纤维/ MPa
B0F7	6.72	5.97
B2F5	4.80	5.37
B3F4	4.62	3.94
B4F3	7.26	5.91
B5F2	6.36	4.59
B6F1	3.86	3.50

不加纤维的泡沫混凝土 28 d 的抗压强度最低为 3.86 MPa \geq 3.825 MPa,加入 0.5 %体积分数的聚丙烯纤维后的泡沫混凝土的抗压强度最低为 3.50 MPa \geq 3.40 MPa。

3.3.4 吸水率

吸水率的测试按照现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266 执行,结果如下表 3.1.4 所示:

表 3.1.4 抗压强度

编号	0 %纤维/ %	0.5 %纤维/ %
B0F7	8.68	12.65
B2F5	10.46	15.88
B3F4	13.16	14.95
B4F3	11.48	13.53
B5F2	9.46	16.34
B6F1	14.71	18.95

不加纤维的泡沫混凝土试件的吸水率在 8.68 %~14.71 %之间变化,最大值为 14.71 % \leq 15 %,加入纤维后的泡沫混凝土的吸水率在 12.56 %~18.95 %之间变化,最大值为 18.95 % \leq 20 %。

3.3.6 导热系数

泡沫混凝土的导热系数测试按照现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266 执行,结果如

下表 3.1.5 所示:

表 3.1.5 导热系数

编号	0 %纤维/ [W/(m·k)]	0.5 %纤维/ [W/(m·k)]
B0F7	0.2472	0.2228
B2F5	0.2409	0.2355
B3F4	0.2378	0.2319
B4F3	0.2325	0.2248
B5F2	0.2237	0.2101
B6F1	0.2157	0.2055

不加纤维的泡沫混凝土试件的导热系数在 0.2157 [W/(m·k)]~0.2472[W/(m·k)]之间变化，最大值为 0.2472≤0.27[W/(m·k)]，加入纤维后的泡沫混凝土的吸水率在 0.2055[W/(m·k)]~0.2355[W/(m·k)]之间变化，最大值为 0.2355[W/(m·k)]≤0.24[W/(m·k)]。

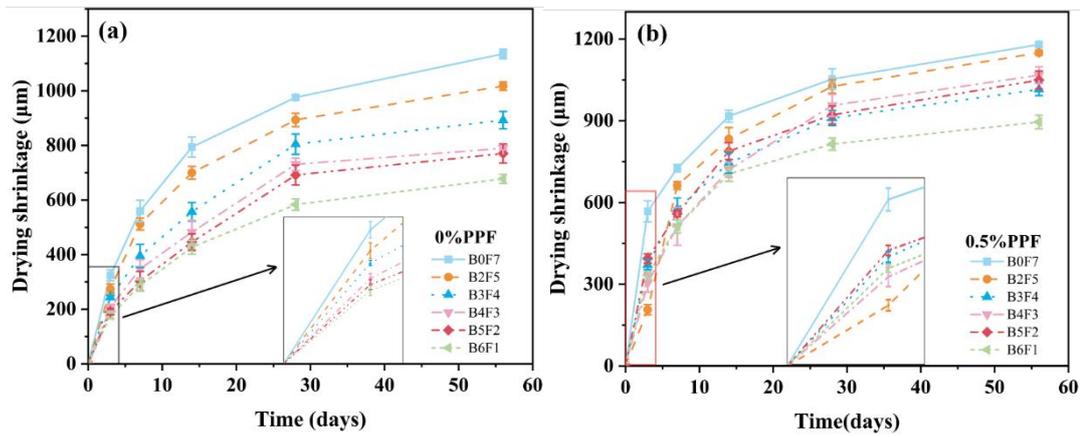
3.3.8 干燥收缩值

泡沫混凝土的干燥收缩值测试按照现行建材行业标准《泡沫混凝土制品性能试验方法》JC/T 2357 执行，结果如下表 3.1.6 及图 3.1-1 所示:

表 3.1.6 泡沫混凝土的干燥收缩值

编号		3 天/ μm	7 天/ μm	14 天/ μm	28 天/ μm	56 天/ μm
B0F7	0 %纤维	323.97	559.99	793.9	975.65	1135.16
B2F5		273.53	512.11	699.75	893.44	1016.94
B3F4		243.53	394.98	556.82	804.48	892.35
B4F3		206.09	347.51	482.26	730.38	789.40
B5F2		191.21	302.55	445.8	691.67	770.42
B6F1		176.67	286.67	426.67	583.33	677.67
B0F7	0.5 %纤维	567.75	726.29	916.90	1053.2	1159.88
B2F5		206.75	662.48	833.13	1025.82	1149.51
B3F4		371.67	576.61	745.34	910.18	1015.27
B4F3		304.07	512.29	720.16	956.28	1067.34
B5F2		394.29	558.94	788.67	921.63	1049.45
B6F1		333.18	512.76	705.27	814.39	895.82

不加纤维的泡沫混凝土试件的干燥收缩值在 677.67 μm~1135.16 μm 之间变化，最大值为 1135.16 μm≥1000 μm (1.0mm/m)，加入纤维后的泡沫混凝土的干燥收缩值在 895.82 μm~1159.88 μm 之间变化，最大值为 1159.88 μm≥1000 μm (1.0mm/m)。



(a) 不加纤维的

(b) 加入 0.5 %纤维的

图 3.1-1 泡沫混凝土样品的干燥收缩

3.2 设计

本规程设计内容的编制通过进行有限元模拟进行计算，单层单榀结构有限元模型如图 3.2-1，框架结构模型如图 3.2-2。

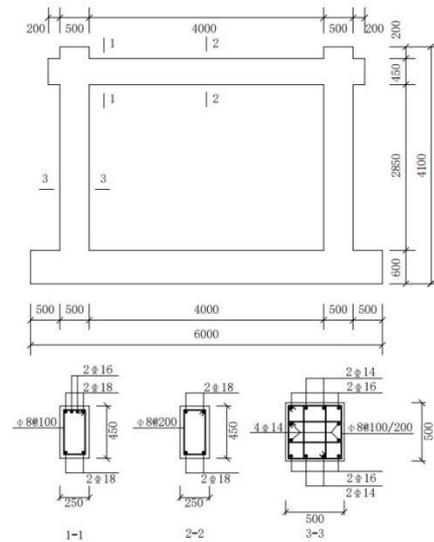


图 3.2-1 单层单榀有限元模型

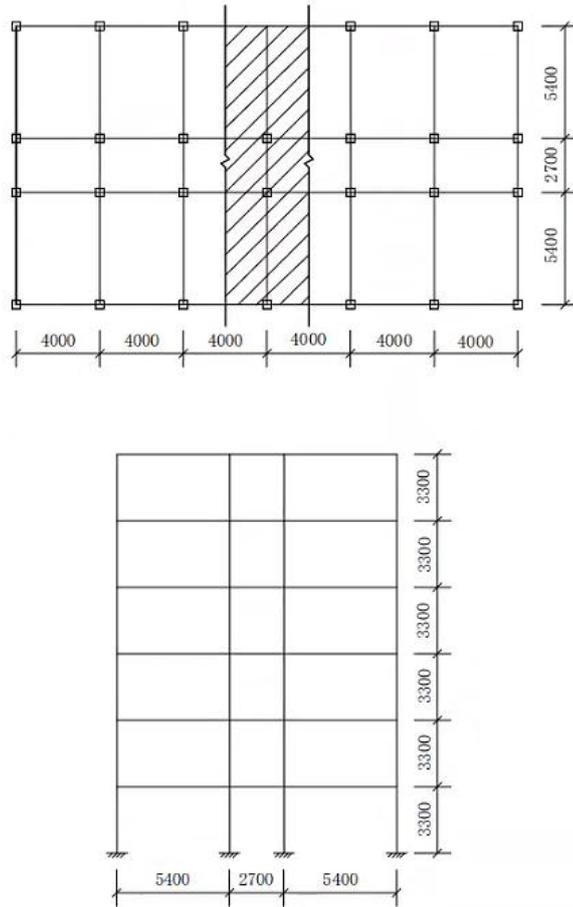


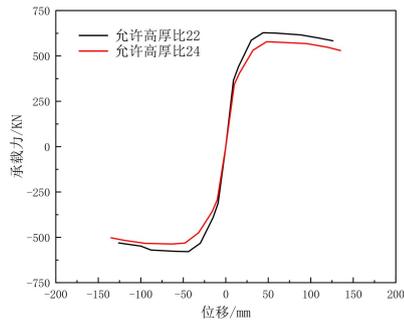
图 3.2-2 框架结构模型

3.2.1 高厚比

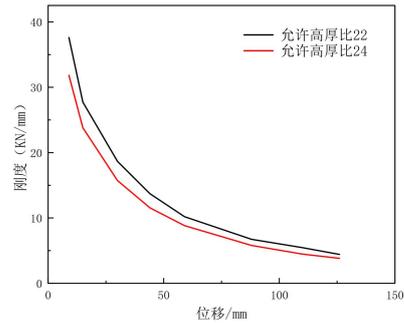
4.1.3 条对现浇轻质泡沫混凝土墙体的高厚比进行了规定，行业标准 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》中规定墙体允许高厚比取 22。现浇泡沫混凝土墙体的高厚比验算参照了现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 墙、柱高厚比计算公式验算。考虑到现浇轻质泡沫混凝土墙体的整体性较好，且配有钢丝网片，周边与主体结构构件设置拉结，故本规程的墙体允许高厚比取 24。单层单榀结构指标验证数据如表 3.2.1 与图 3.2.1-1 所示，框架结构在抗震设防烈度为 8 度、特征周期 0.65s、罕遇地震作用下的结果如图 3.2.1-2 所示。

表 3.2.1 允许高厚比 22 与 24 性能指标

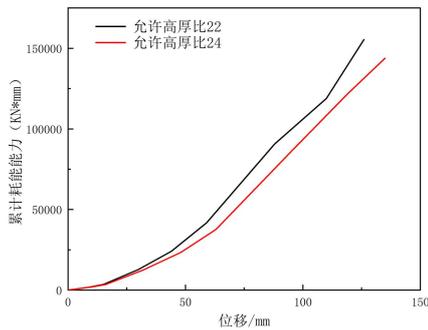
允许高厚比	平面内			平面外	
	承载力 (KN)	初始刚度 (KN/mm)	延性	承载力 (kPa)	初始刚度 ($\text{kN} \cdot \text{mm}^{-1} \times 10^3$)
22	627.31	37.46	5.4	5.35	0.013
24	578.19	31.67	5.3	5.01	0.011



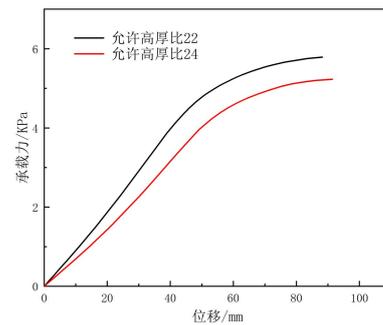
(a) 平面内荷载-位移曲线



(b) 刚度退化曲线



(c) 累积耗能曲线



(d) 平面外荷载-位移曲线

图 3.2.1-1 平面内与平面外性能指标

允许高厚比 24 的平面内承载力和初始刚度较允许高厚比 22 分别下降了 8.5% 和 18.3%，平面外承载力和初始刚度分别降低了 6% 和 18.2%。

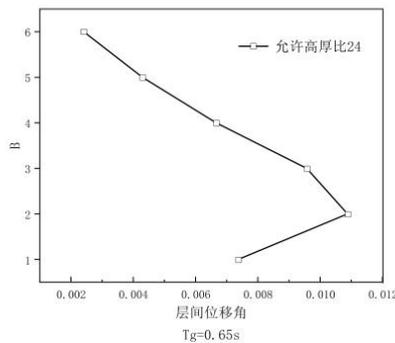


图 3.2.1-2 八度设防框架结构罕遇地震作用下层间位移角

由图 3.2.1-2 可知，在罕遇地震作用下，允许高厚比为 24 时，最大层间位移角满足《建筑抗震设计规范》1/50 的限值。

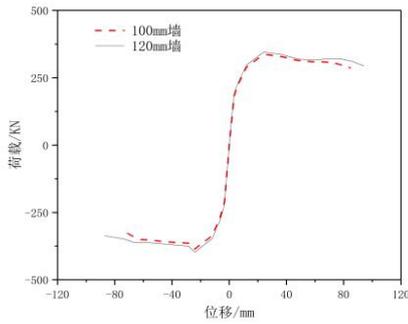
3.2.2 墙体厚度

4.1.5 和 4.1.6 条对内墙体厚度进行了规定，相比于行业标准 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》，内隔墙厚度由 120mm 减小为 100mm。单层单榀结构指标验证数据如表 3.2.2 与图 3.2.2-1 所示，框架结构在抗震设防烈度为 7、8、9 度、罕遇地震作用下的结果如

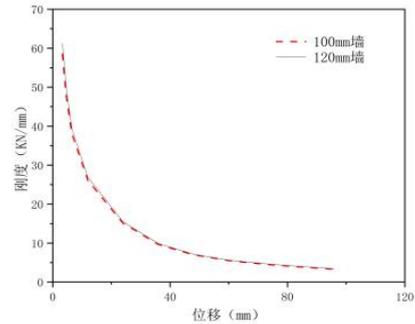
图 3.2.2-2 所示, 框架-剪力墙结构在抗震设防烈度为 8 度、罕遇地震作用下的结果如图 3.2.2-3 所示。

表 3.2.2 100mm 与 120mm 墙厚性能指标

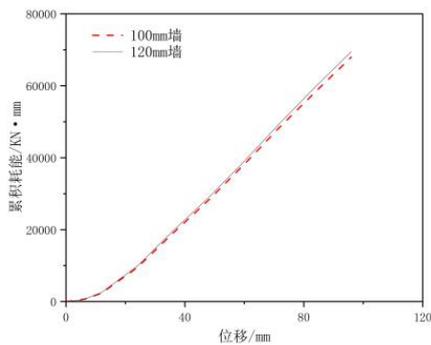
墙体厚度 (mm)	平面内			平面外	
	承载力 (KN)	初始刚度 (KN/mm)	延性	承载力 (kPa)	初始刚度 ($\text{kN} \cdot \text{mm}^{-1} \times 10^3$)
100	385.54	58.53	5.47	7.47	0.13
120	396.6	61.22	6.11	9.30	0.29



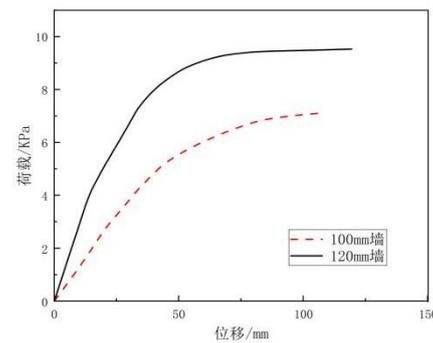
(a) 平面内荷载-位移曲线



(b) 刚度退化曲线



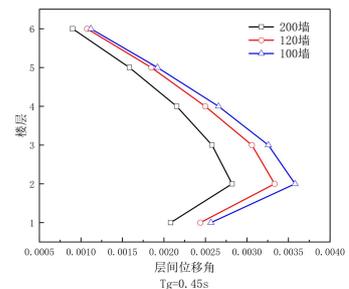
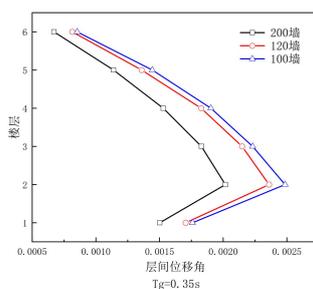
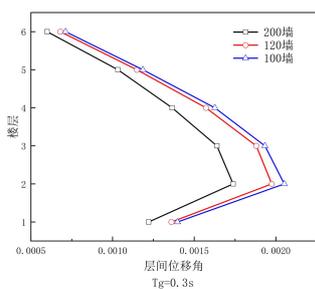
(c) 累积耗能曲线

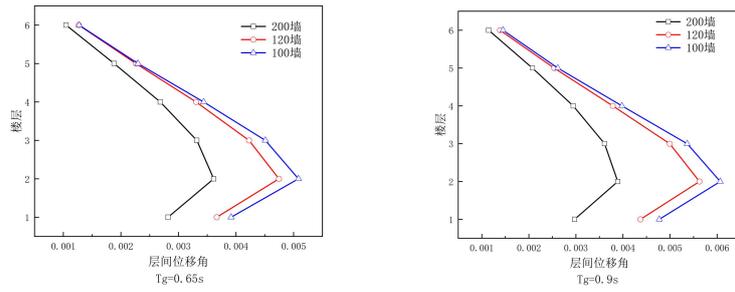


(d) 平面外荷载-位移曲线

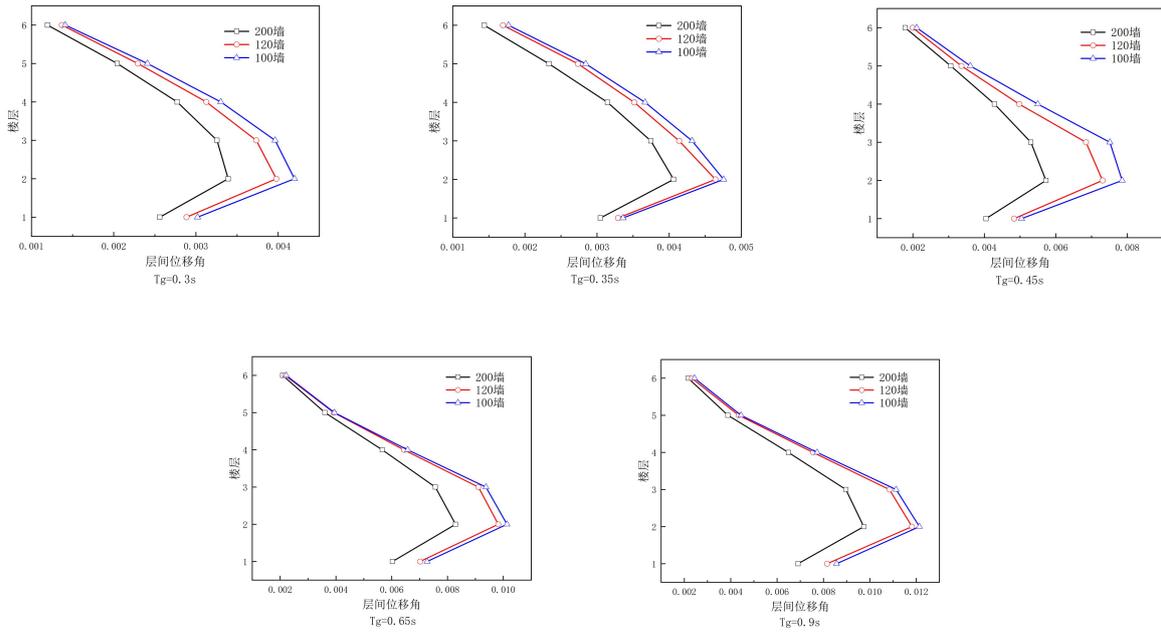
图 3.2.2-1 平面内与平面外性能指标

由表 3.2.2 与图 3.2.2-1 可知, 内隔墙厚度由 120mm 减小为 100mm, 其平面内峰值承载力、初始刚度、延性分别降低了 2.87%、4.6%、11.7%。100mm 墙体的面外承载力与初始刚度较 120mm 墙体分别降低了 24.5%、55.2%。

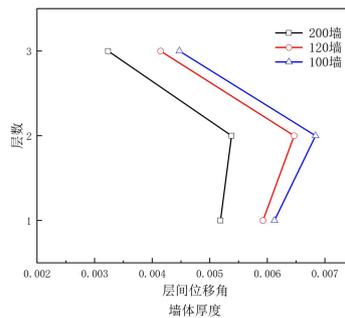




(a) 七度设防



(b) 八度设防



(c) 九度设防

图 3.2.2-2 框架结构罕遇地震作用下层间位移角

由图 3.2.2-2 可知，在罕遇地震作用下，墙体厚度由 120mm 减小为 100mm 墙厚，最大层间位移角在不同设防等级下均增大，最大层间位移角满足《建筑抗震设计规范》1/50 的限值。

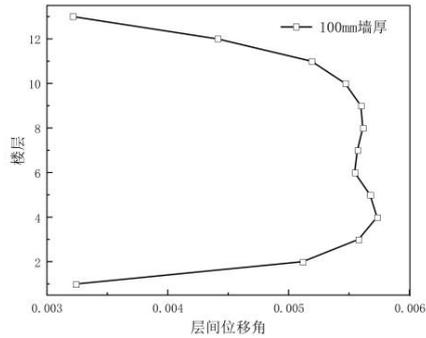


图 3.2.2-3 八度设防框架-剪力墙结构罕遇地震作用下层间位移角

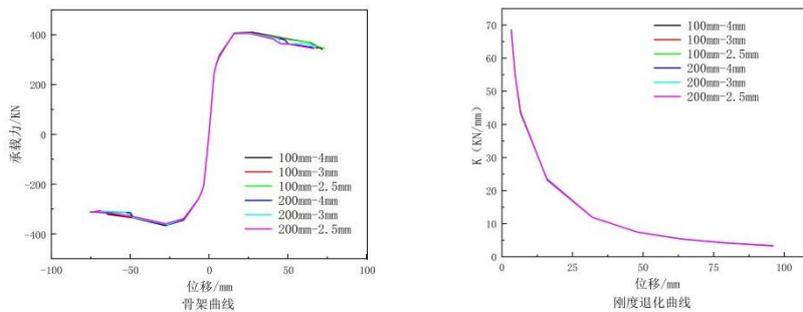
由图 3.2.2-3 可知，在八度罕遇地震作用下，填充墙厚度为 100mm 的框架-剪力墙结构的最大层间位移角满足《建筑抗震设计规范》1/100 的限值。

3.2.3 钢丝网直径与网孔间距

4.1.5 和 4.1.6 条对钢丝网片的直径与网孔间距进行了规定，相比于行业标准 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》，规定泡沫混凝土内隔墙可根据抗震设防烈度与抗震等级的不同选取不同构造措施。单层单榀结构指标验证数据如表 3.2.3 与图 3.2.3-1 所示，框架结构在抗震设防烈度为 7、8、9 度、罕遇地震作用下的结果如图 3.2.3-2 所示。

表 3.2.3 钢丝网直径与间距改变性能指标

构造		平面内			平面外	
钢丝网网孔间距 (mm)	钢丝网直径 (mm)	承载力 (KN)	初始刚度 (KN/mm)	延性	承载力 (kPa)	初始刚度 ($\text{kN} \cdot \text{mm}^{-1} \times 10^3$)
100	4	407.03	68.54	5.44	19.45	2.47
	3	405.40	68.32	5.50	17.89	2.48
	2.5	404.66	68.24	5.43	17.16	2.48
200	4	405.54	68.51	5.12	17.6	2.48
	3	405.11	68.37	5.13	16.45	2.49
	2.5	404.44	68.34	5.16	16.01	2.50



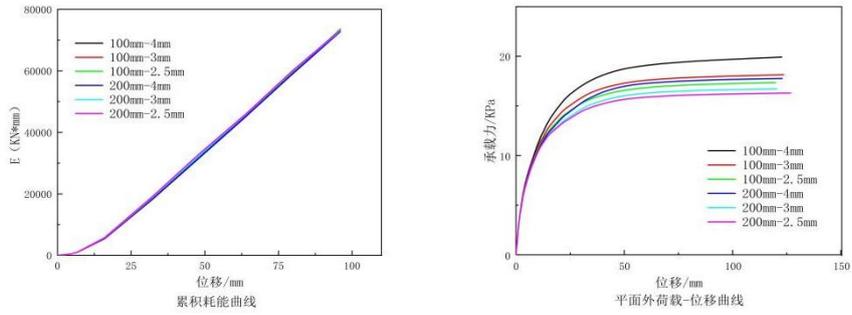
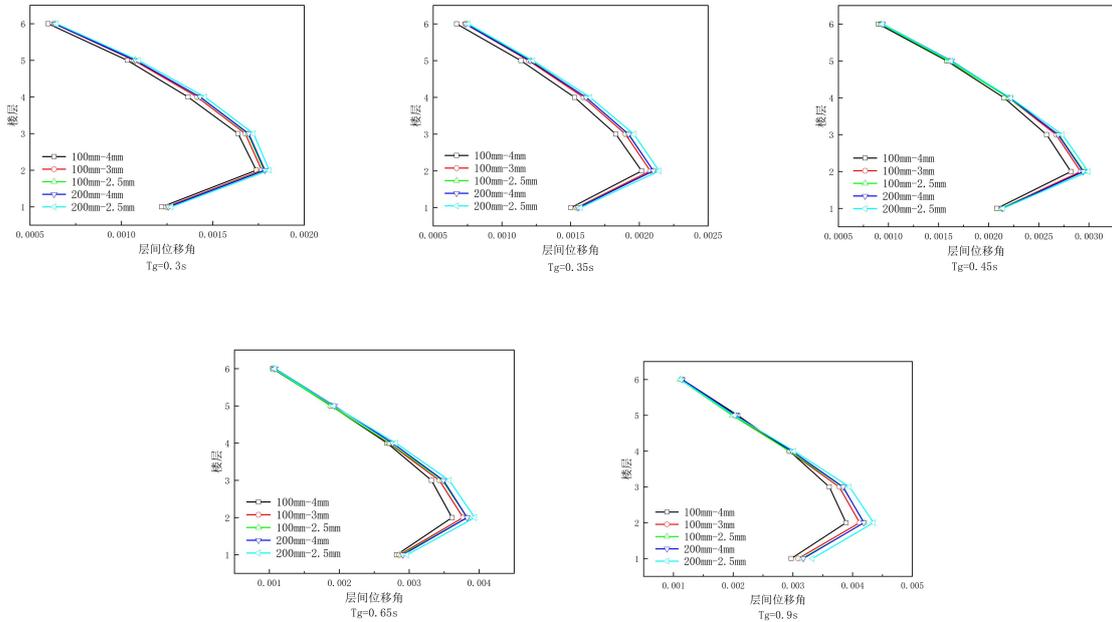
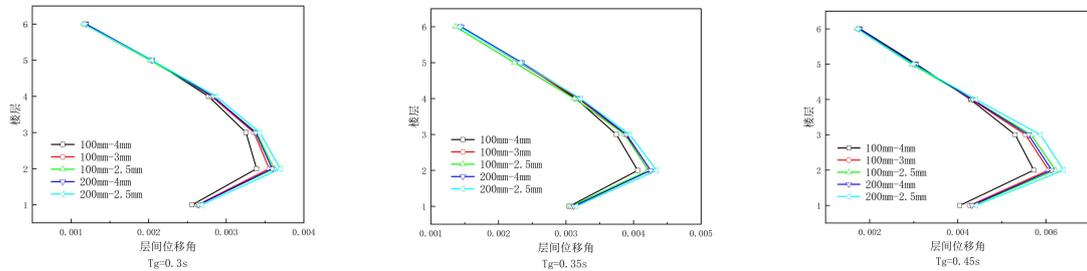


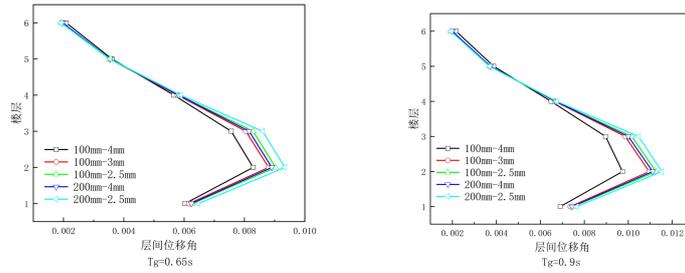
图 3.2.3-1 平面内与平面外性能指标

由表 3.2.3 与图 3.2.3-1 可知，钢丝网片网孔间距由 100mm 增加到 200mm，间距由 4mm 减小到 2.5mm，对平面内性能影响较小，对平面外初始刚度影响较小，网孔间距 200mm、直径 2.5mm 的钢丝网片平面外承载力相较于网孔间距 100mm、直径 4mm 的钢丝网片降低了 21.48%。

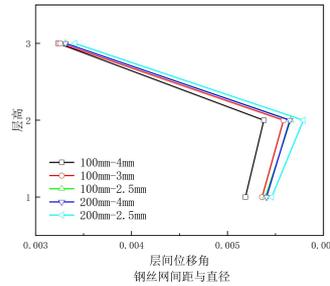


(a) 七度设防





(b) 八度设防



(c) 九度设防

图 3.2.3-2 框架结构罕遇地震作用下层间位移角

由图 3.2.3-2 可知，在罕遇地震作用下，钢丝网直径由 4mm 减小为 2.5mm，网孔间距由 100mm 增加到 200mm，对结构层间位移角的影响较小，且最大层间位移角均满足《建筑抗震设计规范》1/50 的限值。

3.2.4 拉结筋数量

4.2.1 条对拉结筋数量进行了规定，行业标准 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》中规定拉结筋应为两根直径不小于 6mm 的钢筋，沿高间距不宜大于 500mm。本规程在此基础上进行优化，并参考山东省标准 TSDCT-2019《LFCW 现浇轻质泡沫混凝土非承重墙体应用技术规程》，规定拉结筋可采用 2Φ6 钢筋（墙内配置双层钢丝焊接网时）或 1Φ6 钢筋（墙内配置单层钢丝焊接网时），沿墙高间距 500mm。单层单槓结构指标验证数据如表 3.2.4 与图 3.2.4-1 所示，框架结构在抗震设防烈度为 8 度、特征周期 0.65s、罕遇地震作用下的结果如图 3.2.4-2 所示。

表 3.2.4 拉结筋性能指标

构造	平面内			平面外	
	承载力 (KN)	初始刚度 (KN/mm)	延性	承载力 (kPa)	初始刚度 (kN · mm ⁻¹ × 10 ³)
1Φ6	574.81	37.46	5.36	5.1	0.013
2Φ6	578.78	37.60	5.18	5.79	0.09

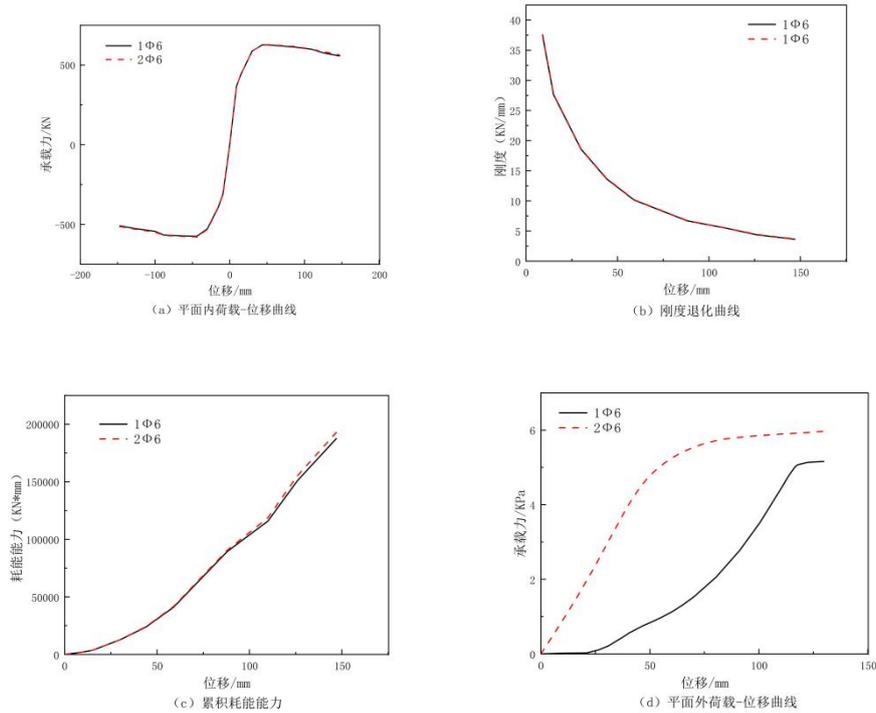


图 3.2.4-1 平面内与平面外性能指标

拉结筋由 2 根减小为 1 根，平面内承载力降低了 0.69%，初始刚度降低了 0.34%，延性提供了 3.5%，面外承载力降低了 13.53%，面外初始刚度下降幅度较大。

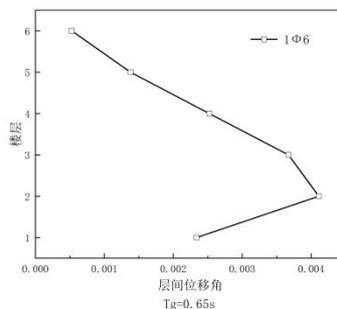


图 3.2.4-2 八度设防框架结构罕遇地震作用下层间位移角

由图 3.2.4-2 可知，在八度设防罕遇地震作用下，拉结筋为 1Φ6，其最大层间位移角满足《建筑抗震设计规范》1/50 的限值。

3.2.5 构造柱与暗柱

4.2.3 条对墙体中设置构造柱与暗柱进行了规定，相比于行业标准 JGJ/T 341-2014《泡沫混凝土应用技术规程》，规定墙长超过 5m 或层高 2 倍时，应设置暗柱。单层单槓结构指标验证数据如表 3.2.5 与图 3.2.5-1 所示，框架结构在抗震设防烈度为 7、8、9 度、罕遇地震作用下的结果如图 3.2.5-2 所示。

表 3.2.5 构造柱、暗柱性能指标

构造	平面内	平面外
----	-----	-----

	承载力 (KN)	初始刚度 (KN/mm)	延性	承载力 (kPa)	初始刚度 ($\text{kN} \cdot \text{mm}^{-1} \times 10^3$)
无构造柱 与暗柱	548.74	88.72	5.78	17.1	2.483
暗柱	562.33	90.21	5.72	25.1	3.287
构造柱	556.60	91.79	5.71	29.2	4.394

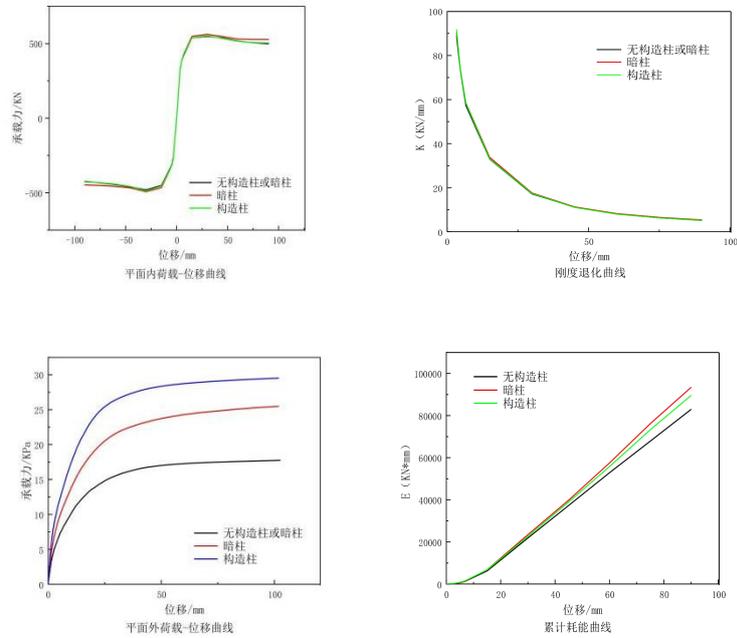
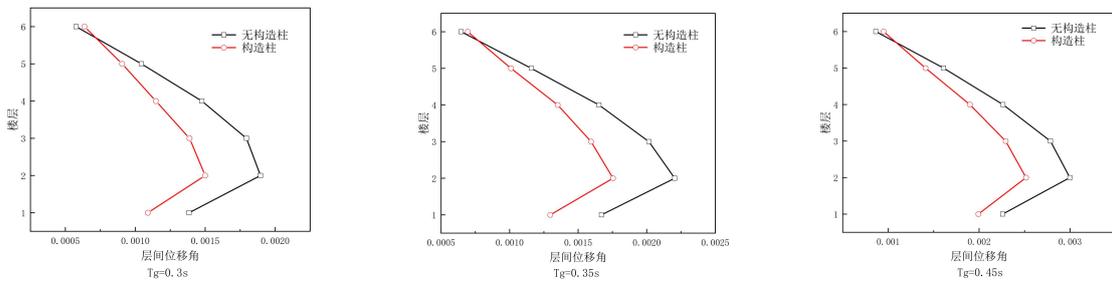
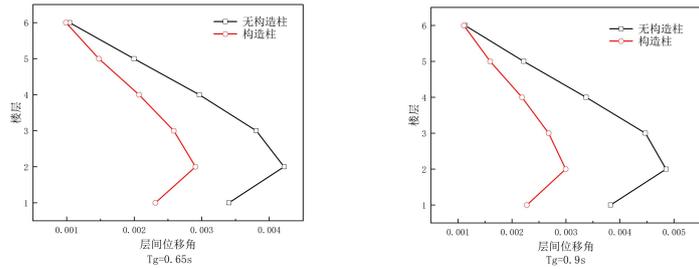


图 3.2.5-1 平面内与平面外性能指标

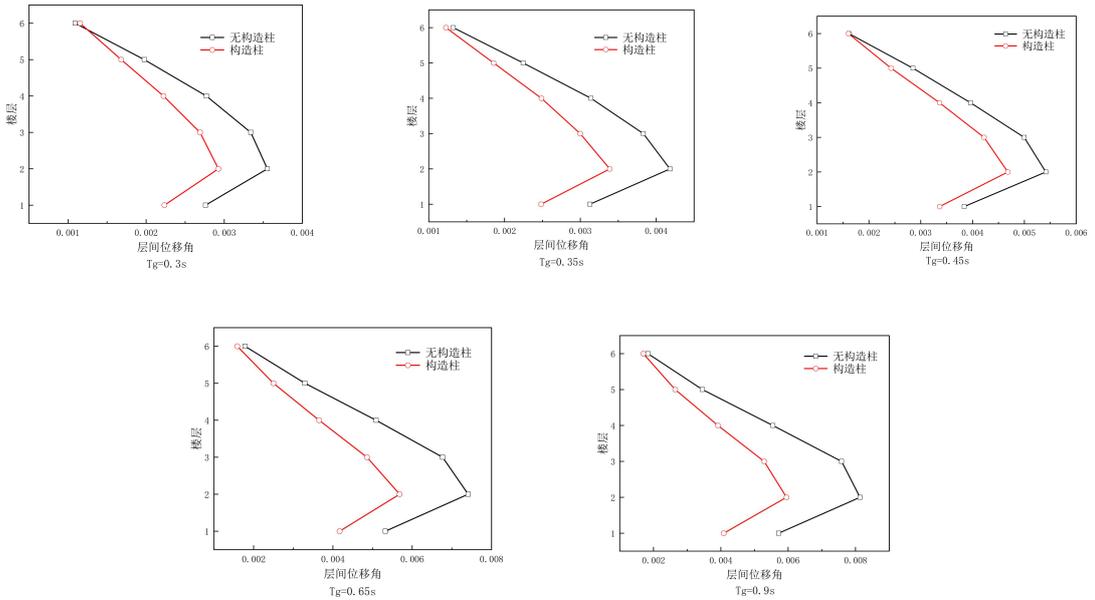
由表 3.2.5 与图 3.2.5-1 可知，无构造柱（暗柱）结构的面内承载力和初始刚度较设构造柱结构分别降低了 1.4%和 3.3%，较设暗柱结构分别降低了 2.6%和 1.7%。面外承载力和初始刚度较设构造柱结构分别降低了 39.4%和 43.5%，较设暗柱结构分别降低了 29.5%和 24.5%。

设暗柱结构的面内承载力较设构造柱结构提高了 1.4%，初始刚度降低了 1.75%，面外承载力和初始刚度较设构造柱结构分别降低了 16.33%和 33.68%。

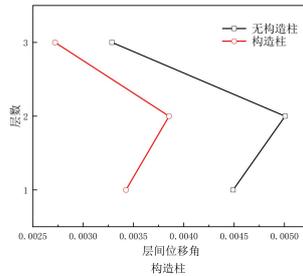




(a) 七度设防



(b) 八度设防



(c) 九度设防

图 3.2.5-2 框架结构罕遇地震作用下层间位移角

由图 3.2.5-2 可知，在八度设防罕遇地震作用下，最大层间位移角满足《建筑抗震设计规范》1/50 的限值。

4 标准中涉及专利情况说明

本规程不涉及专利和相关知识产权

5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

建筑绿色低碳转型是我国实现双碳战略的重要领域，《2030 年前碳达峰行动方案》《“十

四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》《2024-2025年节能降碳行动方案》等关键政策明确了绿色建筑低碳转型路径。建筑行业是碳排放“大户”，根据《中国建筑能耗研究报告（2020）》显示，我国建筑全生命周期碳排放占全国碳排放总量的50.9%，因此进行行业节能减碳是重中之重，建筑节能行业迈向纵深发展将成为必然趋势。现浇轻质泡沫混凝土墙体是符合国家“双碳战略”的绿色建材，是未来墙体的发展趋势。

相较于其他墙体材料产品，现浇轻质泡沫混凝土墙体具有质轻、整体性好、保温和隔声性能好、防火阻燃、工艺简便、施工快捷、节约材料等特点，是一种具有多功能性的环保墙体。国内市场需求在过去十几年来一直保持着稳步的增长。

在产业化情况方面，泡沫混凝土建筑体系自2008年规模化应用以来，已经成为行业发展的新亮点。目前，我国泡沫混凝土年生产总量已突破6000万立方米，位居全球第一，现浇轻质泡沫混凝土墙体是其主要的工程应用领域之一。现浇轻质泡沫混凝土墙体可在现场一次浇筑成型、免抹灰，兼顾墙体的整体性和功能性，与传统砌体结构墙体相比，现浇轻质泡沫混凝土墙体轻质高强，热工性能优异、防火隔音性能优良、节能环保，可以提高施工效率、降低成本。

在推广应用论证方面，随着泡沫混凝土材料、技术与设备的发展，现有的相关规范规程中存在着材料用料过多、配筋量过高等不足之处，因此依照现有的规范、规程、技术标准等进行现浇轻质泡沫混凝土墙体的制备与施工作业，可能存在着工序多、成本高、质量过剩的问题，不利于现浇轻质泡沫混凝土墙体的发展。因此本规程的编制有利于对现浇轻质泡沫混凝土墙体的发展具有重要的社会意义。本规程的内容已经过十几个设计单位、施工单位、高校及研究院的相关专家多次讨论确定了最终内容，现浇轻质泡沫混凝土墙体技术在工业与民用建筑行业有着广泛应用前景。

在经济效益方面，本规程的制定可在保证抗震性能的基础上，简化施工工艺，降低结构成本及全寿命周期能耗。因此，本规程对社会具有显著的经济效益。

6 采用国际标准和国外同类先进标准情况

无。

7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调

经广泛调研和多方面征求意见，本规程符合现行的相关法律、法规、规章及相关标准

的要求。

8 重大意见分歧的处理依据和结果

无

9 标准性质的建议说明

建议《现浇轻质泡沫混凝土墙体应用技术规程》标准作为推荐性工程建设类协会标准发布实施。

10 贯彻标准的措施建议

尽快做好标准发布实施工作，标准颁布实施后，相关部门应做好标准宣贯培训工作，制定相应的实施方法，使本规程得以认真执行，在现浇混凝土结构裂缝控制方面起到重要的指导作用。

11 废止现行有关标准的建议

无。

12 其他应说明的事项

无。