

泡沫混凝土力学性能的综述及其在墙板中的实际应用

王会涛

河北工程大学土木工程学院，邯郸，056038；

摘要：本文首先对泡沫轻质混凝土的土力学性能进行了系统介绍，并梳理了国内外学者的相关研究成果。在此基础上，文章进一步总结了其在交通土建领域的多样化应用，如路基拓宽、明洞回填以及陡坡稳定减重等。随着对泡沫轻质混凝土的不断深入研究和应用拓展，其在我国“新基建”战略推进过程中具有重要的现实意义和广阔的应用前景。

关键词：力学性能；泡沫轻质混凝土；交通土建；工程应用

A Review of the Mechanical Properties of Foamed Concrete and Its Practical Application in Wall Panels
by

Wang Huitao

College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan, 056038;

Abstract: This paper first provides a systematic introduction to the geotechnical properties of lightweight foam concrete and reviews the relevant research achievements of scholars both domestically and internationally. Building on this foundation, the article further summarizes its diverse applications in the field of transportation civil engineering, such as subgrade widening, open-cut tunnel backfilling, and slope stabilization weight reduction. With the continuous deepening of research and application expansion of lightweight foam concrete, it holds significant practical importance and broad application prospects in the advancement of China's "New Infrastructure" strategy.

Keywords: Mechanical properties; Foam lightweight concrete; Transportation civil engineering; Engineering applications

DOI: 10.69979/3029-2700.25.01.085

引言

泡沫轻质混凝土在单位体积内相较于普通混凝土具有更轻的自重、更高的强度和更好的流动性。^[1]随着铁路路网规模的持续扩张以及新线路的不断接入，既有高速铁路的路基加宽工程日益增多。然而，传统填土方法会显著增加路基荷载，并对其施加竖向荷载和侧向压力，从而导致铁路路段出现不均匀沉降和变形，难以有效控制。在此情况下，泡沫混凝土凭借其独特性能，能够有效改善铁路路段面临的困境。^[2]泡沫混凝土能够有效缓解铁路路段当前面临的难题。铁路路段所遭遇的困境，可通过应用泡沫混凝土得到显著改善。泡沫混凝土为解决铁路路段现存问题提供了有力途径。在铁路路段建设与维护中，泡沫混凝土的应用可有效突破当前困境。铁路路段的诸多问题有望借助泡沫混凝土的应用得以妥善解决。

1 泡沫混凝土的土力学性质

1.1 抗压试验

苏谦与赵文辉^[3]借助微机控制的电子万能试验机，对湿密度介于 400 至 1000 kg/m³ 的泡沫轻质混凝土样本开展了单轴压缩实验，旨在探究其力学特性。实验结果显示，在受到单轴压缩直至破坏的过程中，泡沫轻质混凝土表现出四个显著的阶段特征。与普通混凝土存在一定的相似性。因此，该阶段应力增长缓慢，而应变增长相对较快^[4]。随着应力的逐渐增大，泡沫混凝土内部的孔隙率先被压缩，颗粒之间尚未形成直接的接触和力的传递。因此，这一阶段的应力增长非常缓慢，而应变则相对快速增加。

1.2 孔隙结构

国内学者在相关研究中提出了一个颇具说服力的理论框架。随着水胶比的提高，体系中水分子含量的增加会削弱胶凝材料对发泡剂所形成泡沫的包裹作用。在这种条件下，泡沫在空间中因布朗运动发生碰撞时，更

容易相互连接，从而导致泡沫混凝土的平均孔径增大。不过，由于胶凝材料本身具有一定的摩擦力，当水胶比进一步提高时，平均孔径的增大趋势会逐渐趋于平缓。这一理论不仅适用于水胶比变化的情况，还同样适用于相同水胶比但不同密度的泡沫混凝土孔径变化。具体而言，密度较大的泡沫混凝土因含有更多的胶凝材料，其内部摩擦阻力也更大，这会抑制泡沫之间的相互融合和连通，从而对孔径的变化产生制约作用^[6]。

2 泡沫混凝土墙板

泡沫混凝土墙板，即发泡水泥混凝土墙板，是我国较早开发的一种新型建筑材料。其主要成分包括水泥基无机胶凝材料、发泡剂及外加剂。凭借出色的隔热保温性能，泡沫混凝土墙板在建筑行业中得到了广泛认可和应用^[7]。

泡沫混凝土作为一种高水灰比的流态材料，在实际应用中，其沉降和泌水问题需要得到严格控制^[8]。普通水泥泡沫混凝土墙板的承载力通常在0.06~0.08 MPa之间^[9]。

3 陶粒泡沫混凝土墙板

根据不同陶粒的类型，陶粒泡沫混凝土墙板可划分为黏土陶粒泡沫混凝土墙板、页岩陶粒泡沫混凝土墙板以及粉煤灰陶粒泡沫混凝土墙板等多种形式。孔丽娟^[13]通过对对比研究页岩陶粒和粉煤灰陶粒的强度特性，发现页岩陶粒具有更强的吸水能力，并且在后期与胶凝材料结合时形成的界面强度更高，从而使其整体强度优于粉煤灰陶粒。姜英波^[14]通过试验研究了页岩陶粒混凝土的性能，并将其与普通混凝土进行了对比分析。研究发现，页岩陶粒混凝土墙板中的钢筋应变与普通混凝土墙板基本一致，没有显著差异。此外，页岩陶粒混凝土墙板不仅重量更轻，还具备与普通混凝土墙板相当的强度和刚度等力学性能。Wang等^[15]的研究表明，陶粒泡沫混凝土的密度与其导热系数和抗压强度呈线性关系。他们提出，当设计密度为600 kg/m³时，陶粒的掺量应控制在45%以内。孙文博等^[16]以陶粒、礁砂和水泥为原料，成功制备了表观密度为910 kg/m³的陶粒泡沫混凝土。该材料28天抗压强度达到11.4 MPa，导热系数为0.312 W/(m·K)。

4 结语

泡沫混凝土墙板在建筑领域中扮演着关键角色，它

不仅是预制装配式建筑的核心支撑，更是绿色住宅工业化的重要趋势。在当今绿色建筑模式下，环境友好、经济高效以及工业化与自动化融合已成为核心理念，而对泡沫混凝土墙板的结构设计、静力性能和抗震性能进行深入研究和优化，显得尤为关键。通过不断改进和推广这种材料，能够加快预制装配式构件在新型城镇化和新农村建设中的应用，从而为建筑行业带来更深远的变革。这不仅有助于提升绿色建筑的品质和数量，还能有效降低环境污染。因此，发展泡沫混凝土墙板是顺应未来建筑工业化和绿色建筑潮流的必然选择。

参考文献

- [1] 苏谦, 赵文辉, 王亚威, 等. 泡沫轻质混凝土力学特性试验研究[J]. 铁道建筑, 2016(4):144-148
- [2] 赵新宇. 气泡轻质混凝土在既有高速铁路路基加宽工程中的应用[J]. 铁道建筑, 2016, 56(6):96-98.
- [3] 王武斌, 赵文辉, 苏谦, 等. 聚丙烯纤维增强泡沫轻质混凝土力学性能试验研究[J]. 铁道建筑, 2017(2):146-150.
- [4] 张旭, 王武祥, 杨鼎宜, 等. 泡沫混凝土孔结构特征及其影响因素研究进展[J]. 混凝土与水泥制品, 2018(7):63-68.
- [5] 贾福萍. 混凝土结构设计原理[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2013.
- [6] YAN Z J Development status and development trend of foam concrete[J]. Wall materials innovation & energy saving in buildings, , 2011 (6): 19-23.
- [7] ZHANG L, YANGDY. State of study and application status of lightweight foam concrete[J] Concrete, 2005 (8) : 44-48.
- [8] ZHOU M J, WANG N N, ZHAO X Y, Latest development of research and application on foam concrete[J]. Concrete, 2009 (4) : 104-107.
- [9] MA A G, KONG G H. Application of foamed cement insulation board and analysis of key points of construction[J]. Jiangsu science & technology information, 2015 (25) : 65-66.
- [10] KONG L J. Research on structure and performance of ceramsite combined aggregate concrete [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 20

08.

- [11]JIANG Y B. Research on characteristics of shale ceramic grain concrete[J]. Experimental technology and management, 2009, 26(26):28-30
[12]WANG Q X, SHI J B. An experimental study on thermal conductivity of ceramsite cellular concrete. [C]//ALON-SO GUZMAN E M, BEDLLA ARROY J A. Abstracts of 2015 International Conference on

Structural, Mechanical and Materials Engineering (ICSMME 2015) . Amsterdam: Atlantis Press, 2015: 21.
[13]SUN W B, LI J H, ZHANG Z C, Strength of ceramsite foam concrete and factors saving effect on it [J] . Journal of Harbin University of Civil Engineering and Architecture, 2002 (3) : 79-83.