

人工储气硐室新型柔性密封材料性能研究

Study on the performance of a new type of flexible sealing materials for man-made caverns

杨雪¹ 蒋中明^{1,2} 石兆丰¹ 田湘³ 肖喆臻¹ 刘琛智¹ 黄湘宜¹

YANG Xue¹ JIANG Zhongming^{1,2} SHI Zhaofeng¹ TIAN Xiang³ XIAO Zhezhen¹ LIU Chenzhi¹ HUANG Xiangyi¹

(1. 长沙理工大学水利与环境工程学院, 湖南长沙 410114;

2. 水沙科学与水灾害防治湖南省重点实验室, 湖南长沙 410114;

3. 长沙理工大学土木工程学院, 湖南长沙 410114)

(1. School of Hydraulic and Environmental Engineering, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410114, China;

2. Key Laboratory of Water-Sediment Sciences and Water Disaster Prevention of Hunan Province, Changsha 410114, China;

3. School of Civil Engineering, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410114, China)

摘要: 针对压缩空气储能人工储气硐室常见密封材料存在的不足, 本文研发了一种新型柔性密封材料 (Flexible Impermeable Concrete, FIC)。为论证 FIC 作为密封材料在压气储能地下储气库运行环境中的适用性, 本文先通过单轴压缩试验、单轴拉伸试验和气渗测试试验, 研究了 FIC 的抗压强度、抗拉强度、变形能力、弹性模量以及气密性。随后对 FIC 的原材料进行敏感性分析, 讨论了不同聚合物含量、骨料中细砂和中砂占比、不同填料对 FIC 性能的影响。同时还利用扫描电镜(SEM)和傅里叶红外测试(FTIR)微观测试对不同条件下的 FIC 试件进行表征。试验结果表明: FIC 具有良好的抗拉性能和变形能力, 其抗拉强度为 2.11-2.45 MPa, 极限拉应变可达到 20.06-27.02 %。并且 FIC 弹性模量低, 仅为 19.39-39.16 MPa。同时 FIC 还具备良好的气密性能, 其气体渗透率量级为 10^{-20} - 10^{-22} m², 能够满足 CAES 储气库密封要求。通过敏感性分析发现聚合物含量和填料种类对 FIC 的性能影响最大, 且不同填料的 FIC 试件的抗压强度差别明显。微观测试发现各种配比下 FIC 各原材料之间均具备优异的胶结能力, 且各材料之间没有发生明显的化学发应, 环保性强。因此 FIC 能初步满足密封材料的基本要求。

关键词: 人工储气硐室; 柔性密封材料; 强度与变形性能; 气渗性能; 微观测试