

论文

基于流固耦合理论的煤矿立井井壁突水机理分析

荣传新, 王秀喜, 蔡海兵, 程桦

- 1.安徽理工大学 土木建筑学院, 安徽 淮南 232001;
- 2.中国科学技术大学 近代力学系, 安徽 合肥 230027

摘要:

将煤矿立井混凝土井壁视为多孔介质, 考虑地下水渗流作用的影响, 应用统一强度理论和弹塑性损伤力学模型, 推导出立井混凝土井壁弹性区和塑性损伤区应力的解析表达式, 以及井壁承受的地下水压与塑性损伤区半径之间关系的解析表达式。同时绘制了不同的  $\phi$  (混凝土孔隙率) 和  $\lambda/E$  (混凝土损伤后的降模量与弹性模量之比) 值与井壁承受水压  $p_0$  和塑性损伤区半径  $c$  之间的关系曲线。研究表明: 在井壁几何尺寸和混凝土强度等级不变情况下, 不考虑地下水渗流对井壁的影响时 ( $\phi = 0$ ), 井壁能够承受的临界水压  $p_{0c}$  为 31.9 MPa; 当  $\phi$  取 0.4 时,  $p_{0c}$  为 15.1 MPa, 井壁能够承受的临界水压下降了 52.7%。当  $\lambda/E$  取 0.5 时,  $p_{0c}$  为 30.5 MPa; 当  $\lambda/E$  取 2.5 时,  $p_{0c}$  为 18.6 MPa, 井壁能够承受的临界水压下降了 39.0%。由此可见, 在考虑地下水渗流对井壁影响的情况下, 地下水渗流效应和混凝土损伤软化对井壁能够承受的临界水压  $p_{0c}$  影响十分显著, 井壁能够承受的临界水压随着混凝土孔隙率  $\phi$  和混凝土损伤后的降模量与弹性模量之比  $\lambda/E$  的增加而减小。

关键词: 煤矿立井井壁 突水机理 流固耦合 地下水 统一强度理论 弹塑性损伤模型 临界水压

Analysis of shaft lining water irruption mechanism in coal mine based on fluid-solid coupling theory

Abstract:

As porous medium, concretes of shaft lining were affected by groundwater seepage. Unified strength theory and elastoplastic damage model were used to obtain the stress distribution of the elastic zone and plastic damage zone of shaft lining, and the analytical expression of the relationship between  $p_0$  (the groundwater pressure which shaft lining can bear) and  $c$  (the plastic damage zone radius). According to the theory of limit point of stability, the instability condition of the shaft lining water inrush was put forward. At the same time, curves were drawn between different  $\phi$  (concrete porosity) and  $\lambda/E$  (the ratio of concrete damage softening modulus and Young's modulus) values with  $p_0$  and  $c$ . The results show that the critical groundwater pressure  $p_{0c}$  which the shaft lining can bear is 31.9 MPa without considering the impact of groundwater seepage in the shaft lining ( $\phi = 0$ ); when  $\phi$  takes 0.4,  $p_{0c}$  to 15.1 MPa, the critical groundwater pressure  $p_{0c}$  decreases 52.7%. When  $\lambda/E$  takes 0.5,  $p_{0c}$  to 30.5 MPa, when  $\lambda/E$  takes 2.5,  $p_{0c}$  to 18.6 MPa, the critical groundwater pressure  $p_{0c}$  decreases 39.0%. Thus, under considering the impact of groundwater seepage in the shaft lining, the groundwater seepage effect is very significant for the critical groundwater pressure  $p_{0c}$ . With the increase of concrete porosity  $\phi$  and the ratio of concrete damage softening modulus and Young's modulus  $\lambda/E$ , the critical groundwater pressure  $p_{0c}$  decreases.

Keywords: coal mine shaft lining; water irruption mechanism; fluid solid coupling; ground water; unified strength theory; elasto plastic damage model; critical groundwater pressure

收稿日期 2011-01-10 修回日期 网络版发布日期 2012-01-12

DOI:

基金项目:

安徽高校省级自然科学研究重点资助项目 (KJ2010A094); 国家自然科学基金资助项目 (50874002)

通讯作者: 荣传新

作者简介: 荣传新 (1968—), 男, 安徽六安人, 教授, 博士

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF (1264KB)
- [HTML全文]
- 参考文献PDF
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- 煤矿立井井壁
- 突水机理
- 流固耦合
- 地下水
- 统一强度理论
- 弹塑性损伤模型
- 临界水压

本文作者相关文章

PubMed

---

参考文献:

本刊中的类似文章

1. 张强, 王延宁, 王水林, 葛修润. 基于统一强度理论的破裂围岩劣化弹塑性分析[J]. 煤炭学报, 2010,(3): 381-386
2. 张常光, 张庆贺, 赵均海. 考虑应变软化及剪胀的井壁稳定统一解[J]. 煤炭学报, 2009,34(5): 634-639
3. 邓寅生, 赵福玲. 煤矸石矿井填充过程中微生物作用对环境的影响[J]. 煤炭学报, 2008,33(9): 1045-1048
4. 王力, 卫三平, 王全九. 榆神府煤田开采对地下水和植被的影响[J]. 煤炭学报, 2008,33(12): 1408-1414
5. 陈陆望, 桂和荣, 殷晓曦. 深层地下水氢氧稳定同位素组成与水循环示踪[J]. 煤炭学报, 2008,33(10): 1107-1111
6. 李顺才, 陈占清, 缪协兴, 茅献彪. 破碎岩体流固耦合渗流的分岔[J]. 煤炭学报, 2008,33(7): 754-759
7. 伊茂森, 朱卫兵, 李林, 赵旭, 许家林. 补连塔煤矿四盘区顶板突水机理及防治[J]. 煤炭学报, 2008,33(3): 241-245
8. 王力, 卫三平, 张青峰, 王全九, 李世清. 榆神府矿区土壤-植被-大气系统中水分的稳定性同位素特征[J]. 煤炭学报, 2010,35(8): 1347-1353
9. 范良千, 王志宏. 排土场溶水对地下水污染的分析[J]. 煤炭学报, 2007,32(2): 150-154
10. 李贵红, 张■泓, 张培河, 晋香兰, 牟全斌. 晋城煤层气分布和主导因素的再认识[J]. 煤炭学报, 2010,35(10): 1680-
11. 赵苏启, 武强, 尹尚先. 广东大兴煤矿特大突水事故机理分析[J]. 煤炭学报, 2006,31(5): 618-622
12. 曹雪春, 钱家忠, 孙兴平. 煤矿地下水系统水质分类判别的多元统计组合模型--以顾桥煤矿为例[J]. 煤炭学报, 2010,35(S0): 141-144
13. 罗立平, 彭苏萍. 承压水体上开采底板突水灾害机理的研究[J]. 煤炭学报, 2005,30(4): 459-462
14. 姜谔男, 梁冰. 地下水化学特征组分识别的粒子群支持向量机方法[J]. 煤炭学报, 2006,31(3): 310-313
15. 唐依民, 肖江. 矿区地下水系统演化过程中混沌性态形成的条件及机理[J]. 煤炭学报, 2006,31(1): 45-49