

CAES 储气洞室失稳的刚体极限平衡分析方法研究

Study on the rigid body limit equilibrium analysis method for the instability of CAES cavern

刘琛智¹ 蒋中明^{1,2} 黄湘宜¹ 杨雪¹ 刘宇婷¹ 肖喆臻¹ 石兆丰¹

LIU Chenzhi¹ JIANG Zhongming^{1,2} HUANG Xiangyi¹ YANG Xue¹ LIU Yuting¹ XIAO Zhezhen¹ SHI Zhaofeng¹

(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)

(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)

摘要: 压缩空气储能 (CAES) 人工内衬洞室由密封层、衬砌以及围岩三部分组成, 其中围岩是承载高内压, 保证储气库稳定性的关键。当上覆岩体的抗抬力无法抵抗储气库高内压荷载作用时, 可能发生围岩失稳, 影响储气库的安全稳定性。针对这一问题, 在假定岩体服从 Mohr-Coulomb 强度准则的条件下, 建立了一种考虑岩体抗剪强度的复合型洞室失稳破坏模型, 通过引入起裂角和破裂角两个影响破裂面形状的参数, 基于水平条分思想和不平衡推力法, 提出了计算高内压洞室上抬失稳分析的刚体极限平衡水平条分法, 并开发了相应的计算软件。通过工程算例验证了所提模型的正确性。基于此方法, 结合数值模拟研究了某硬石膏采空区改建 CAES 储气库在设计运行压力条件下的安全稳定性, 论证了储气库极限储气压力, 为工程设计提供理论依据。

关键词: 压缩空气储能; 人工储气洞室; 洞室稳定性; 极限平衡法; 安全系数