

高压富水地层水工隧洞衬砌外水压力确定与渗控技术

【获奖等级】 应用成果奖一等奖

【主要完成单位】 中国水利水电科学研究院

【主要完成人】 王玉杰、刘立鹏、段庆伟、汪小刚、曹瑞琅、
张强、姜龙、赵宇飞、凌永玉、皮进、
孙平、林兴超、孙兴松、肖浩汉、王宗林

一、研究背景

高压富水地层衬砌外水压力确定与渗控应对技术一直是深埋隧洞建设中面临的一个重难点问题，外水压力确定是否准确、渗控处理是否合理不仅直接关系衬砌安全性与经济性，而且关乎工程区地下水环境生态安全。因地下水分层水力联系关系复杂、衬砌外水压力形成作用机理不明、渗控设计定量标准缺乏，导致现阶段隧洞外水压力设计仍以工程类比和工程经验为主，给工程建设、运行及生态环境安全带来一定风险。

近十年来，课题组在多项国家级、省部级和重大工程项目支持下，攻克了准确获得隧洞位置初始水头、定量化确定衬砌外水压力大小、有效应对高外水压力三个关键问题，建立了围岩分层水力联系地表深孔与洞内综合监测技术，提出了外水压力量化确定方法与渗控设计标准，发明了应对传统排堵水处理后偏压风险的新型复合衬砌，有效解决了高压富水地层深埋水工隧洞外水压

力应对难题。

二、主要内容

1、水工隧洞全周期地下水演化监测技术与初始水头确定方法

- 建立了地表深孔分布式地层渗压自动监测技术
- 发明了后埋式单孔多点同步测量地下水渗流压力监测装置
- 提出了基于渗流场监测数据的初始水头确定方法

2、高压富水地层水工隧洞衬砌外水压力形成作用机理及量化确定

- 研发了可拆卸式衬砌渗流物理模型试验装置
- 建立了考虑渗控措施的衬砌外水压力折减系数与渗流量解析公式
- 提出了考虑地质与渗控双因素的高压富水地层外水压力确定方法

3、高压富水地层水工隧洞渗控量化设计与新型衬砌结构

- 建立了衬砌外水压力与隧洞渗流量关系图谱
- 提出了衬砌允许外水压力和渗流量控制标准及量化设计方法
- 发明了应对传统排堵水处理后偏压风险的新型复合衬砌结构

三、创新点

1、针对高压富水地层深埋隧洞设计中长期将表观水头视为初始水头的固有认识，建立了考虑地层分层水力联系的地表深孔与洞内综合监测技术，提出了基于扰动渗流场监测数据初始水头确定方法。

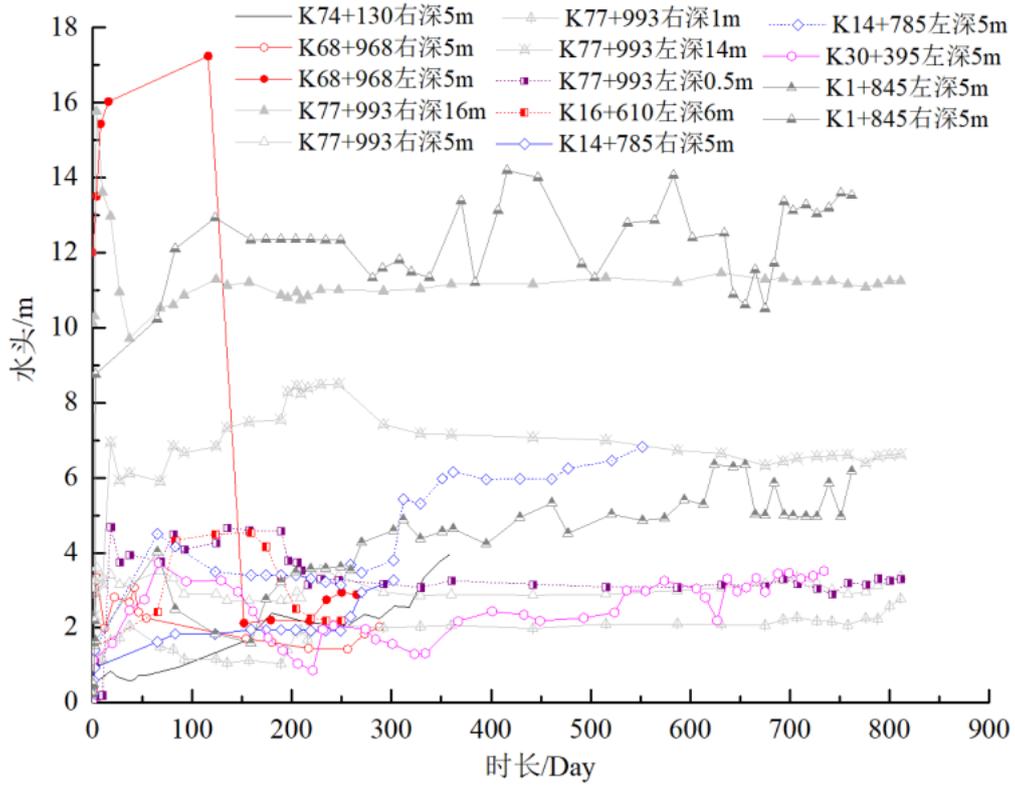


图 2 典型断面岩体中地下水水头变化

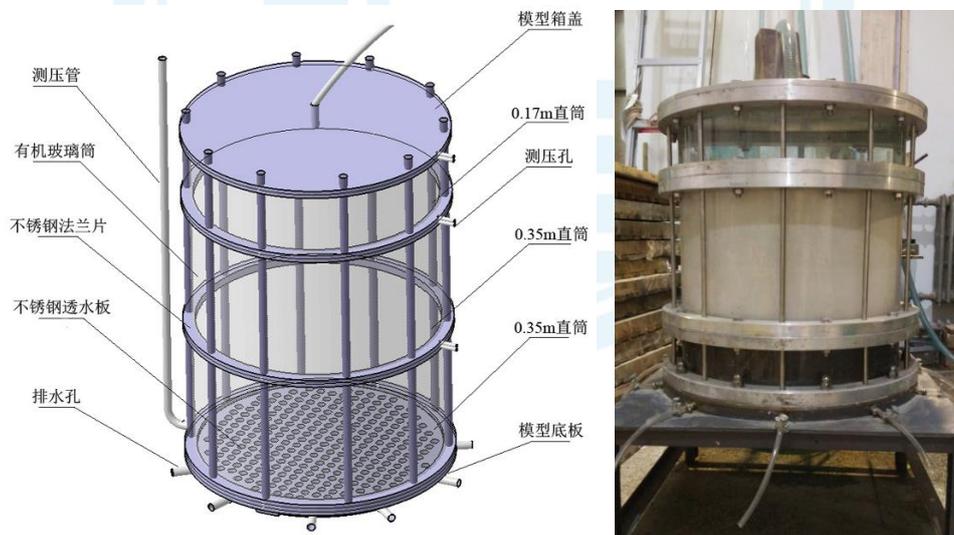


图 3 复合衬砌结构外水压力模型试验装置

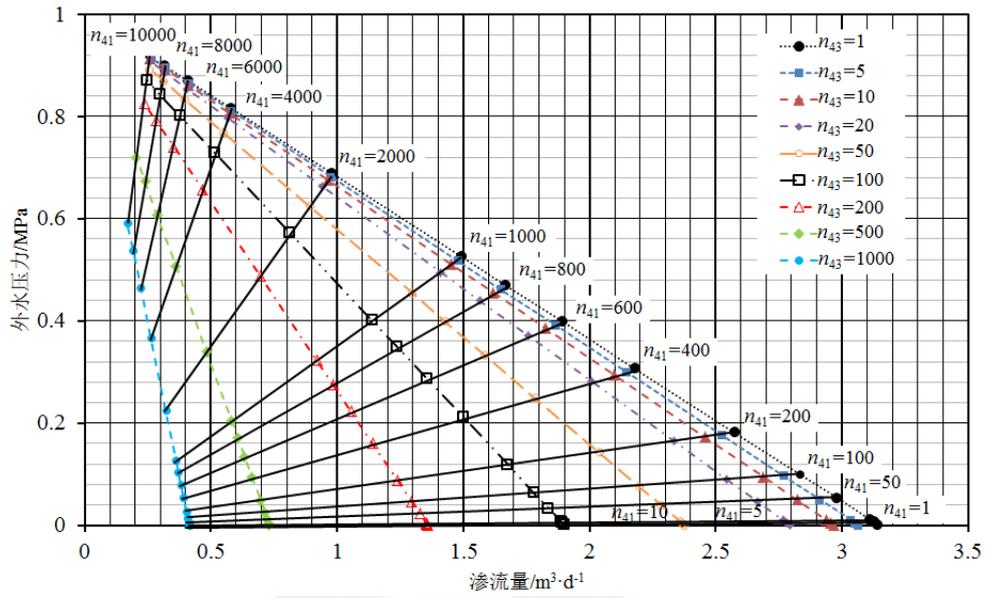


图 4 复合衬砌渗流量与外水压力间关系图

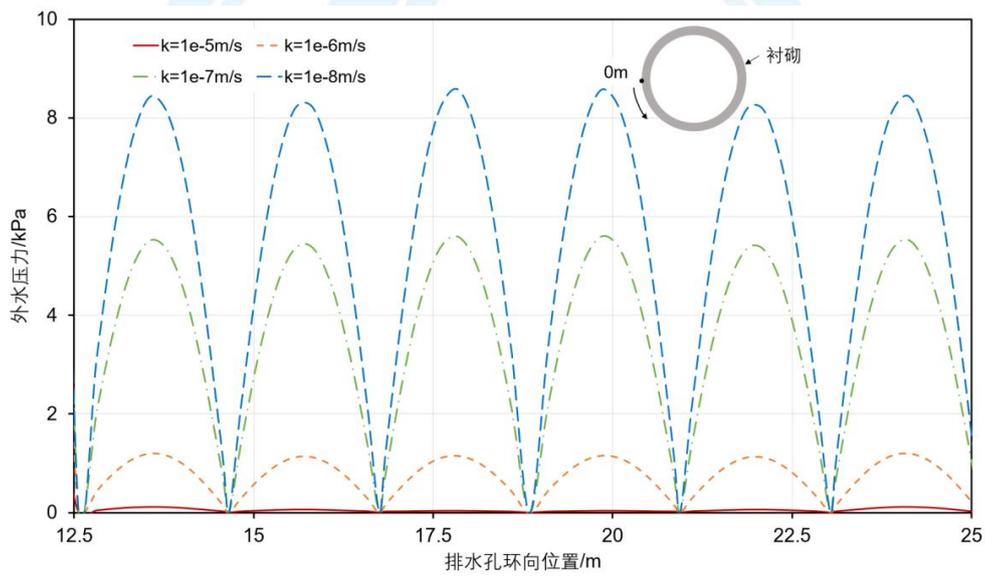


图 5 汇水层渗透系数变化衬砌外壁环向外水压力分布