

# 摘要

混凝土心墙是土石坝工程主要的防渗型式之一，尤其是在土石坝的除险加固工程中，混凝土心墙因具有良好的防渗效果、施工方便等优点，已被广泛采用。几十年的实践工程表明，墙体材料采用刚性混凝土存在着一些缺点，其主要缺点是刚性混凝土弹性模量高，与周围土体产生不均匀沉降，易导致墙体出现裂缝，降低了防渗效果，对大坝安全不利。塑性混凝土具有渗透系数小、适应周围土体变形能力强、弹性模量低、极限应变大、强度随围压增大而增大等优点，被广泛应用于土石坝除险加固工程中。近些年来，国内很多专家学者开始考虑将塑性混凝土用于土石坝的坝体防渗，采用有限元法对坝基塑性混凝土防渗墙结构进行应力-变形研究较多，但对坝体中采用塑性混凝土心墙防渗结构的应力-变形研究相对较少，同时，关于塑性混凝土心墙厚度的选取还没有统一的理论和计算方法，一般都是根据工程经验取值。因此，对塑性混凝土心墙土石坝的应力-变形研究和采用数值分析法设计塑性混凝土心墙厚度是十分有必要的，为实际土石坝工程中关于心墙厚度的设计提供参考价值。

本论文以 7 组不同高度的塑性混凝土心墙土石坝为研究对象（即坝高范围为 40 m - 100 m，坝高以 10 m 为级差），每一种高度的心墙坝选取 6

种不同心墙厚度，进行有限元数值计算分析，主要包含了以下内容：

1) 利用有限元 ABAQUS 软件建立了不同高度、不同厚度心墙的土石坝有限元模型，根据 ABAQUS 软件中的孔压-位移耦合单元对不同高度、不同心墙厚度的土石坝进行渗流分析，计算出不同坝高、不同心墙厚度的土石坝在设洪水位工况下的渗流量与渗透坡降，并确定其坝体内部的浸润线。

2) 基于 ABAQUS 软件的二次开发平台编写了邓肯张 E-B 本构模型子程序，并建立塑性混凝土心墙与坝壳料之间的接触单元，将该接触单元和 U-mat 子程序用于塑性混凝土心墙土石坝应力变形计算。

3) 研究心墙厚度对墙体应力-变形的影响，采用 BP 神经网络优化算法计算出每一组高度心墙坝的最优心墙厚度，并建立坝高与心墙厚度之间的函数关系。

4) 对优化分析中得出的最优心墙厚度的塑性混凝土心墙土石坝进行上、下游坝坡的抗滑稳定性校核。

**关键词：**塑性混凝土；土石坝；邓肯-张本构；应力-变形；心墙厚度；优化