

华中科技大学土木工程与力学学院，武汉 430074

应用固结理论分析振动过程中的动力固结问题，可以确切地论证其场耦合机理，变分原理是这种机理分析的数值解法方法之一，因此建立了动力固结问题的最小势能变分原理、广义变分原理及三变量完全广义变分原理，并给予了严格的证明。

关键词： 动力固结，变分原理，广义变分原理

S05

CCTAM2009-002934

渗透性参数非线性对非饱和渗流数值模拟的影响

张华, 吴争光, 张微微

三峡大学三峡库区地质灾害教育部重点实验室，宜昌 443002, zhanghua@ctgu.edu.cn

非饱和渗流 Richards 控制方程中有土水特征曲线和渗透性函数两个非线性项，对这两项非线性的处理直接影响到非饱和渗流数值模拟结果。特别是如果不能对土水特征曲线进行保凸插值，则 Richards 方程求解的结果会有悖物理过程。针对上述两个非线性项，本文比较了线性插值、三次样条函数插值、加权样条函数插值、Van Genuchten 模型和 Fredlund & Xing 模型，指出了三次样条函数插值方法会改变插值曲线的凸凹性，不宜用于处理土水特征曲线和渗透性函数非线性项。通过算例分析，比较了其它几种插值方法的差别，讨论了与 SEEP/W 和 SVFLUX 商用程序分析结果异同。

S05

CCTAM2009-002935

南海天然气水合物加热开采过程中海底稳定性研究

赵振伟 *+, 吴梦喜 *

* 中国科学院力学研究所，北京 100190

feihu98@sina.com

+ 北京科技大学，北京 100083

利用 Abaqus 有限元软件，结合我国南海水合物的矿藏情况，对水合物的加热开采过程进行传热分析。首先利用热流值计算输入的总热量，再根据已分解的水合物计算水合物分解消耗的热量以及产出的天然气燃烧后产生的热量，估算在加热开采过程中的热效率（用于水合物分解的热量与输入热量之比）、能量效率（开采所得甲烷气体燃烧后放出的热量与输入热量之比）与水合物分解范围之间的关系。结果表明，当水合物分解到一定范围后，产出热量会小于输入热量，所以在实际开采过程中应控制水合物的分解范围，以保证较高的热效率。以此为依据对水合物在实际开采过程中的分解范围控制及布井情况进行分析，在确定水合物最大分解范围之后，假设在水合物区打竖直开采井，对水合物加热开采过程进行热力耦合计算。这里计算的温度场为一个瞬态温度场，随着加热的进行，水合物的分解范围从井筒附近向外围不断扩大。水合物分解后，沉积物弹性模量和强度会明显降低，在模拟过程中，把沉积物的参数设成温度的函数，通过温度场来控制沉积物参数的变化，从而解决水合物分解过程中的移动边界问题。按上述方法计算出水合物加热开采过程

中不同分解范围时海床表面岩体的位移情况及矿区岩体的塑性区情况，最后总结出水合物开采过程中海床表面的位移变化规律及矿区岩体的塑性区发展规律，给出合理的开采建议。

关键词： 水合物，加热开采，Abaqus，稳定性

S05

CCTAM2009-002936

大型隧道下穿高速公路有限元分析

王义重, 李勇泉, 傅旭东

武汉大学土木建筑工程学院，武汉 430072

在深圳市龙岗区红棉路工程的求水山隧道段，使用了新奥法进行设计，并结合采用了超前管棚工法进行支护。本文结合该隧道工程，进行有限元分析，对新奥法和喷锚衬砌，以及超前管棚工法进行了试探性的研究。

主要内容：

(1) 工程概况：红棉路在 ZK10+330~ZK10+970 (YK10+345~YK11+020) 段过求水山，以隧道方式通过。隧道在 ZK10+765~940 (YK10+800~YK10+990) 段下穿机荷高速公路，该段隧道埋深最小 4.0m。这个隧道的关键点是下穿机荷公路路段的施工方案。

(2) 计算方案：使用大型有限元分析软件 Abaqus 进行计算；隧道以极小角度斜穿高速公路，穿越距离长达 175m，因此当作平面应变问题考虑；考虑高速公路超载，根据公路桥涵通用规范选取超载取值；考虑超前管棚支护刚度；考虑围岩应力释放；使用 Drucker-Prager 屈服准则。

(3) 超前管棚工法的模拟方法讨论，管棚工法虽然已经在地下工程的实践中得到了广泛运用，但目前的设计还主要采用工程类比的方法，原因是对管棚支护体系的工作机理还未完全认识清楚。如何进行管棚工法的仿真模拟，是一个有待研究的课题。

(4) 计算结果和衬砌内力验算。

通过有限元分析，模拟了开挖对高速公路的影响，并得到沉降曲线；对于喷射混凝土衬砌，目前还没有提出明确的力学方法来进行验算。喷射混凝土的作用主要是通过与围岩壁面大面积牢固黏结所产生的抗剪阻力来阻止潜在破坏楔体的滑移。本文根据模拟得到的衬砌内力结果，使用剪切滑移破坏理论对其截面进行了验算。

S05

CCTAM2009-002937

Forchheimer 型三维非达西渗流有限元法

许凯, 雷学文

武汉科技大学岩土与结构工程研究所，武汉 430070

采用 Galerkin 法推导出 Forchheimer 型非达西渗流的有限元计算公式。并对非达西渗流问题中的 Forchheimer 型渗流有限元分析方法进行了探讨，指出非达西渗流问题的特点是必须确定渗透系数 K ，渗透系数 K 不仅取决于介质和流体的性质，同时也是待求水头与渗流流速的函数。

Forchheimer 型三维非达西渗流有限元法具有较高