

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710051566.7

[51] Int. Cl.

G05B 11/00 (2006.01)

G05B 13/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 8 月 29 日

[11] 公开号 CN 101025614A

[22] 申请日 2007.2.12

[21] 申请号 200710051566.7

[71] 申请人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市大学路 8 号

[72] 发明人 戴会超 王玲玲 田 斌

[74] 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

代理人 成 钢

权利要求书 1 页 说明书 3 页

[54] 发明名称

水利水电工程水力学反问题的研究方法

[57] 摘要

本发明公开了一种水利水电工程水力学反问题的研究方法，属于水利工程技术领域。本发明提出了“脉冲谱法、离散优化法、摄动法，控制论方法”等，并给出了各类方法详细的求解步骤及应用实例。构建了水利水电工程水力学反问题的框架，将现代控制论方法引入工程水力学反问题的求解中。

-
1. 一种水利水电工程水力学反问题的研究方法,其特征在于:提出了“脉冲谱法、离散优化法、摄动法,控制论方法”,构建了水利水电工程水力学反问题的框架。
 2. 如权利要求1所述的水利水电工程水力学反问题的研究方法,其特征在于:通过即解析法、脉冲谱法、离散-优化法、摄动法、现代控制论方法对水利水电工程水力学反问题的进行研究。

水利水电工程水力学反问题的研究方法

技术领域

本发明涉及一种水利水电工程水力学反问题的研究方法。

背景技术

水利水电工程领域提出了不同类型的反问题。然而,从总体上看,反问题理论现有成果侧重于解决微分方程反问题提法的正确性,解决非适定问题的计算稳定性问题,这些成果与实际的工程应用还有相当的距离。因此提高反问题理论的工程实用性成为各工程技术领域急待解决的问题,同时也是具有极大理论意义和技术难度的研究课题。

发明内容

本发明的目的是要提供一种水利水电工程水力学反问题的研究方法。

本发明的目的是这样实现的:一种水利水电工程水力学反问题的研究方法,提出了“脉冲谱法、离散优化法、摄动法,控制论方法”,构建了水利水电工程水力学反问题的框架。通过即解析法、脉冲谱法、离散—优化法、摄动法、现代控制论方法对水利水电工程水力学反问题的进行研究。

本发明所提供的水利水电工程水力学反问题的研究方法,提出了“脉冲谱法、离散优化法、摄动法,控制论方法”等,并给出了各类方法详细的求解步骤及应用实例。构建了水利水电工程水力学反问题的框架,将现代控制论方法引入工程水力学反问题的求解中。

具体实施方式

反问题理论的工程实用性成为各工程技术领域急待解决的问题,同时也是具有极大理论意义和技术难度的研究课题,本项目结合实际工程开展了反问题的研究。

(1) 水利水电工程水力学反问题的概念:在水利水电工程水力学研究领域,传统的反问题就是指参数反演。本项研究认为,反问题的概念必须拓宽,以包含各领域不同类型的反问题:如果将正问题的某种必须已知的确定因素变为未知的待求解的变量,而将正问题的求解目标、未知函数的一部分(例如在部分区域或边界上的分布)作为已知的、必须满足的条件,就可以构成某类反问题。因此,正问题的部分求解目标成了已知条件,正问题中必须已知的某种确定因素成为求解的目标,对确定性系统进行预测变成了调节系统的某种因素以实现系统的控制,这样就构成了反问题。条件与目标均与正问题相逆,这也正

是“反问题”名称的由来。

(2) 水利水电工程水力学反问题的分类：在不同的领域反问题有不同的分类方式，最全面的当数Simonian用工程术语为反问题所做的分类：综合、控制、识别与连接输出、系统的参数识别等四大类。本研究认为正问题的求解必须在已知区域形状、边界条件、初始条件、物性参数及源汇项的前题条件下进行求解，因此相应的反问题可以进行如下分类：形状控制反问题、源项控制反问题、边界条件控制反问题、初始条件控制反问题以及参数控制反问题等五大类。各领域不同类型的反问题均可以统一纳入这一分类方法中。

(3) 水利水电工程水力学反问题的求解：水利水电工程水力学反问题的求解，通常都是借助于适当的数学运算与变换，把反问题转化成为可求解的模式——优化模型、积分方程、级数等形式。本研究介绍了四种求解方法，即解析法、脉冲谱法、离散—优化法、摄动法、现代控制论方法。

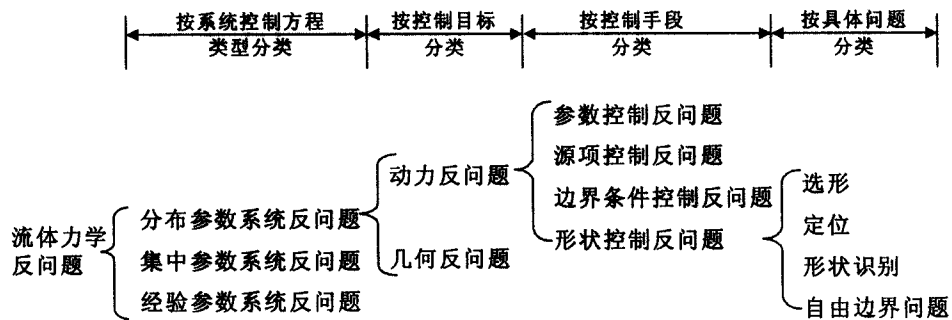
①脉冲谱法 (Pulse Spectrum Technique)：1974年，Tsien和Y. M. Chen在求解一个流体动力学反问题时首先提出PST，这一方法后被进一步推广、改进，本研究将PST用于研究地下水非均质导水系数的反演，证明了PST方法是一种求解反问题的行之有效的方法，其优点在于：①处理反问题不受维数的限制；②不受方程类型的限制，无论是双曲型方程、抛物型方程或者椭圆型方程的反问题，都可以应用PST求解；③不受反问题类型的限制，无论参数控制反问题、源项控制反问题、区域边界的几何控制反问题或者边界条件控制反问题，都可以应用PST方法或者改进的PST (Reformed PST) 方法求解。

②离散—优化法：从优化的观点来看，反问题本质上类同于被控系统的优化问题，即：控制的目标可视作优化问题的目标函数，控制的手段(参数、源项、边界条件、初始条件、区域的形状)可视为优化问题的变量，系统的控制方程和已知的边界条件可视作优化问题的约束条件。因此，反问题原则上可转化为系统优化问题，用优化方法解决。为了将连续空间中无限多个变量减少为有限多个变量，空间离散是最为有效的工具。离散后的控制手段转化为有限多个变量，离散后的控制方程和边界条件转化为有限个约束，使得用优化方法求解反问题成为可能。所以，数值求解工程水力学反问题的过程至少应包含有两个子过程——离散和优化。采用该方法，对重力坝地基渗透系数进行反演计算，推测灌浆加固地基的效果，计算结果得到了实测钻孔取样分析结果的验证。

③现代控制论方法：反问题的实质是实现系统的控制；控制论则以系统为研究对象，是研究系统控制及其应用的科学。因此，从对系统实现控制的角度，反问题理论与控制论是一致的。将流体力学反问题纳入控制论的范畴，则流体力学反问题可以归结为最优控制

问题。从控制论的角度来看，流体力学反问题分为分布参数系统反问题、集中参数系统反问题和经验参数系统反问题三大类。本研究对分布参数系统反问题的求解进行了探讨。

反问题分类如下：



(4) 采用上述方法对三类典型的水利水电工程水力学反问题进行了求解，即：用脉冲谱法确定二维承压含水层非均质导水系数；用分布参数系统控制论法求解方法实现污染水域的控制，使其不致扩散；脉冲谱-优化法进行河道上游污染源分布布置及排污容量控制。三个算例来源于不同的领域，分属不同类型的水力学反问题，其有效的求解，证明了上述方法的可行及实用性，同时也表明水利水电工程水力学反问题的求解方法必将在其他研究领域发挥更大的作用。