

遗传算法在校核燃气管道摩阻系数中的优势

任广如

临沂中石油昆仑能源有限公司

摘要:截至2018年底,我国油气长输管道的总里程已达13.6万千米,国家《中长期油气管网规划》中提出到2020年全国油气管网规模将达到16.9万千米,其中燃气管道长度为10.4万千米,如何更加合理地校核燃气管道的摩阻系数也有越来越多的专家介入。遗传算法在给水管网、供热管网摩阻的校核上应用较多,由于管道摩阻系数结算公式类似,我们可以利用遗传算法的特点建立起对燃气管网管道的摩阻校核模型,进而研究其计算优势。

关键词: 气管网; 水力计算; 遗传算法

一、计算管道摩阻系数的意义

随着国家燃气管网的建设的迅速发展、燃气管网GIS系统、SCADA系统的完备,节点流量的统计逐渐趋于准确,但是管道的阻力系数却很难精确地确定,这主要是因为我国大多数城市的燃气管网往往自建成以来很少或从未进行计算,原有管网多是靠摸索的经验设计的。

我国城市规模在不断扩大,不断提出新建、扩建燃气管道计划,但在进行新建、扩建的设计计算时提不出可靠的数据,特别是管道的阻力系数常常是粗略估算,如果据此进行管网新建扩建的优化计算,对于已投产运行的燃气管网,管网各管段管径虽然已确定,但是由于城市燃气管网系统建成年代久,管道铺设年代差别大,不同年代的新旧管道相互交织共同工作,管道阻力系数的变化受铺设年代、管径等多种因素的影响,在燃气管网动态建模、管网改扩建过程中,只依据现有资料和规范提供的新建管道的阻力系数值,不能准确反映管道的实际情况。

因此,管道阻力系数的准确程度已经成了影响水力模型精度的重要因素和待辨识参数,能否实现管网阻力系数的准确辨识将直接影响系统仿真的准确性,因此有必要对燃气管网水力模型中的阻力系数进行校正。

二、遗传算法的基本情况

遗传算法是模拟生物在自然环境中的遗传和进化过程而形成的一种自适应全局优化概率搜索算法。它最早由美国密执安大学的Holland教授提出,起源于20世纪60年代对自然和人工自适应系统的研究。70年代De Jong基于遗传算法的思想在计算机上进行了大量的纯数值函数优化计算实验,在一系列研究工作的基础上,80年代由Goldberg进行归纳总结,形成了遗传算法的基本框架。

遗传算法是一类可用于复杂系统优化计算的鲁棒搜索算法,与其他一些优化算法相比,它主要有下述几个特点。

(一) 遗传算法以决策变量的编码作为运算对象

传统的优化方法往往直接利用决策变量的实际值本身来进行优化计算,但遗传算法不是直接以决策变量的值,而是以决策变量的某种形式的编码为运算对象。这种对决策变量的编码处理方式,使得我们在优化计算过程中可以借鉴生物学中染色体和基因等概念,可以模仿自然界中生物的遗传和进化等机理,也使得我们可以方便地应用遗传算子。

(二) 遗传算法直接以目标函数值作为搜索信息

传统的优化算法不仅需要利用目标函数值,而且往往需要目标函数的导数值等其他一些辅助信息才能确定搜索方向,而遗传算法仅使用由目标函数值变换来的适应度函数值,就可确定进一步的搜索方向和搜索范围,无需目标函数的导数值等其他一些辅助信息。

(三) 遗传算法同时使用多个搜索点的搜索信息

传统的优化算法往往是从解空间中的一个初始点开始最优解

的迭代搜索过程。单个搜索点所提供的搜索信息毕竟不多,有时甚至使搜索过程陷于最优解而停滞不前。遗传算法从由很多个体所组成的一个初始群体开始最优解的搜索过程,这些信息可以避免搜索一些不必搜索的点,所以实际上相当于搜索了更多的点,这是遗传算法所特有的一种隐含并行性。

三、遗传算法在计算燃气管道摩阻系数中的优势

遗传算法的特点突出,国内很多专家在给水管网、供热管网摩阻的校核上进行了应用,取得了较好的效果,该算法应用在燃气管道摩阻系数的校核上,也有着以下优势。

(一) 遗传算法是按并行方式搜索一个种群数目的点,而不是单点

遗传算法的并行性表现在两个方面,一是遗传算法是内在并行的,最简单的并行方式是让几百甚至数千台计算机各自进行独立种群的演化计算,运行过程中甚至不进行任何通信(独立的种群之间若有少量的通信一般会带来更好的结果),等到运算结束时才进行通信比较,选取最佳个体。二是遗传算法的内含并行性。由于遗传算法采用种群的方式组织搜索,因而可同时搜索解空间内的多个区域,并相互交流信息。使用这种搜索方式,虽然每次只执行与种群N成比例的计算,但实质上已进行了大约 $o(n^3)$ 次有效搜索,这就使遗传算法能以较少的计算获得较大的收益。

(二) 遗传算法不需要求导或其他辅助知识,直接以目标函数数值作为搜索信息

传统的优化算法不仅需要利用目标函数值,而且往往需要目标函数的导数值等其他一些辅助信息才能确定搜索方向。而遗传算法仅使用由目标函数值变换来的适应度函数值,就可确定进一步的搜索方向和搜索范围,无需目标函数的导数值等其他一些辅助信息。

(三) 遗传算法强调概率转换规则,而不是确定的转换规则

很多传统的优化算法往往使用的是确定性的搜索方法,一个搜索点到另一个搜索点的转移有确定的转移方法和转移关系,这种确定性往往也有可能使搜索永远达不到最优解,而遗传算法属于一种自适应概率搜索技术,其选择、交叉、变异等运算都是以一种概率的方式进行的,从而增加了其搜索过程的灵活性。

(四) 遗传算法对给定问题,可以产生许多的潜在解,最终选择可以由使用者确定

在某些特殊情况下,如目标优化问题不止一个解存在,在一组pareto最优解,此时遗传算法对于确认可替代解集而言是特别合适的。

总结

鉴于遗传算法的以上优点,我们最终可以采用遗传算法对上述非线性有约束问题进行求解,即对燃气管网的阻力系数进行校核。用遗传算法校核低压管网的阻力系数,由于管段阻力系数的数量级小,而且确定出来的阻力系数的范围非常小,所以适合用遗传算法在此范围中寻求管段阻力系数的最优解。遗传算法在进行燃气管网的阻力系数校核问题中是可行的,且与其他校核计算方式相比存在相应优势。

参考文献

[1] Holland J H. Adaptation in Nature and Artificial Systems [M]. Ann Arbor: The University of Michigan press, 1975.
 [2] 王焯,段常贵. 改进遗传算法在燃气管网优化布局优化中的应用[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(1): 46-48.