

浅析数值模拟的误差

沈 军

刘勇健

(中国科学院广州地球化学所, 广州 510640) (广东工业大学, 广州 510500)

用模型研究客观实体, 已成为人们惯用的工作方法。通常, 以拟合来检验与校正模型, 并认为拟合好的模型, 用之进行预测可靠性也高。

模型的拟合其实质是对客观实体的仿真过程, 是将模型的输出值与实测值进行对比, 在对比过程中不断调整影响模型输出的某些参数, 使输出值与实测值最大限度的接近, 即完成仿真过程, 或称建模过程, 这一过程一般借助于电子计算机实现。

模型与所要反映的客观实体的接近程度, 称模型的仿真性, 通常能反映模型的精度和可靠程度。但由于客观地质体的纷繁复杂, 模型只能无限接近实体, 而不能再现实体; 况且计算机在完成这一过程时, 是由人掌握和控制的, 所以不能单凭先进的方法、先进的计算工具, 一次性的拟合, 就迷信模型拟合的可靠性, 用之进行预测可能会产生较大误差。笔者在进行油藏数值模拟时就遇到过类似情况。

某油田的一个油井, 模拟井底压力条件下开采的油气水产量变化规律时, 选用均匀介质有界圆形封闭边界地层模型进行模拟。在调试过程中, 输入油藏的静态和动态参数进行历史拟合, 用已知的地质、流体性质和特殊岩芯分析资料和实测的生产历史(产量)输入计算程序, 将计算结果与实测结果比较, 用之进行动态预测, 计算出该油井的排驱半径为 620 m, 单井控制储量 1.55×10^5 t, 而实测排驱半径仅为 350 m, 相差较大。由此可见, 良好的拟合不一定有良好的预测。

1 地下渗流方程及定律的概化

达西定律(渗流运动方程)和质量守恒定律(连续性原理)是地下渗流力学中的两大最基本的定律, 但两大定律是建立在连续介质基础之上的。严格地讲, 油气储层是一种非连续非均匀介质, 达西定律的应用也有一定的局限性, 只适应于稳定线性流。因此, 以这两个定律为基础而建立的数学模型本身就存在误差。

2 油气储层和流体的理想化

在建立模型过程中, 作了一系列的假设, 如: 地层为均质等厚; 储层的渗透率和孔隙度各向同性; 多孔介质中的流体均质、微可压缩; 不考虑流体的惯性力作用; 不考虑重力作用等, 这些假设的目的是把地下情况理想化而简化计算。

3 储层参数的平均化

储层的孔隙度、渗透率、流体的粘度、体积系数、压缩系数、地层压力等参数从绝对意义讲是各向异性的, 在不同的部位应是不相同的, 而拟合时, 所有参数已平均化。

4 拟合结果的多解性

在建立油藏数值模拟数学模型时存在多种选择, 如: 可选用均质地层模型, 也可选用双重介质模型, 须根据地质条件而定, 这种多解性容易排除。未知参数是通过一次次试算求得的, 这就要求有足够充分的已知条件作约束, 才能求得模型模拟的唯一解。定解条件(边界条件和初始条件)以及所取得的油藏参数都是拟合的约束条件。那种不顾其它方面约束或约束条件不充分的盲目拟合是不足以排除多解性的。

5 人员素养的影响

模型拟合是研究者用所掌握的专业知识、经验, 借助于电子计算机进行的, 拟合不是盲目凑合, 而是求索一种能反映客观实体的模型, 拟合效果的好坏与研究者的专业素养有很大关系, 这就要求研究者要尊重事实、尊重科学, 熟练掌握专业知识和先进的研究方法, 而且还应具有良好的数理基础和计算机应用水平, 两者缺一不可。

6 结 语

我们所研究的对象——地质体是纷繁复杂变化万千的。人们对客观事物的认识不可能一次性完成, 而需经过一个不断反复和逐渐提高的过程。因此, 那种认为拟合良好的模型得到的预测也一定好的思想是欠科学的。拟合良好, 不能保证其对事物全局和发展的全过程拟合也好。