

引文格式: 阚光远.数据驱动与半数据驱动模型在降雨径流模拟中的应用与比较研究[J].测绘学报, 2017, 46(2): 265. DOI: 10.11947/j. AGCS.2017.20160502.
KAN Guangyuan.Study on Application and Comparison of Data-driven Model and Semi-data-driven Model for Rainfall-runoff Simulation[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2017, 46(2): 265. DOI: 10.11947/j. AGCS.2017.20160502.

数据驱动与半数据驱动模型在降雨径流模拟中的应用与比较研究

阚光远^{1,2,3}

1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038; 2. 清华大学, 北京 100084; 3. 河海大学, 南京 210098

Study on Application and Comparison of Data-driven Model and Semi-data-driven Model for Rainfall-runoff Simulation

KAN Guangyuan^{1,2,3}

1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China; 2. Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3. Hohai University, Nanjing 210098, China

为了使数据驱动模型能够实现降雨径流过程的高精度连续模拟, 本文提出了新型耦合数据驱动模型(基于偏互信息的输入变量选择、基于新型集成神经网络模型的出流量预测和基于 K 最近邻算法的出流量误差预测——PBK 模型)。PBK 模型有以下 4 个特点。

(1) 提出了基于滑窗累积雨量的降雨量候选输入向量和输入变量的分离式选择策略, 并与基于偏互信息的输入变量选择方法联合使用, 确保了输入信息的充足性和无冗余性。

(2) 提出了新型集成神经网络模型——EBPNN 模型及其率定方法。通过 NSGA- II 多目标优化算法和早停止 Levenberg-Marquardt 算法确定全局最优个体网络个数、各个体网络拓扑结构和网络参数。个体网络权重由基于 AIC 信息准则的权重确定方法确定。EBPNN 模型在模拟精度和网络复杂度间取得了良好折中, 精度高、泛化能力强、率定结果客观、受人为因素影响小。

(3) PBK 模型不需要实时信息(如: 预报时刻之前的实测出流量), 能够进行多步外推预报, 实现了非实时校正模式下的高精度连续模拟, 增长了数据驱动模型的预见期。

(4) PBK 模型不需要进行流域状态变量(如土壤湿度等)的计算, 仅需初始出流量就可进行出流量的连续模拟。敏感性分析结果表明, PBK 模型对初始出流量不敏感, 减小了初始出流量估计不当造成的不确定性。

本文在分析总结以往文献的基础上, 归纳出两个传统非实时校正数据驱动模型(PB_R 和 PB_DR 模型), 将半数据驱动模型 IHACRES 模型应用于次洪降雨径流模拟, 并对 IHACRES 模型的汇流模块进行了改进, 本文还将新安江模型产流模块与 PBK 汇流模块耦合起来, 建立

了半数据驱动模型——XPBK 模型。本文在 3 个典型研究流域将 3 个数据驱动模型(PB_R、PB_DR 和 PBK 模型)、3 个半数据驱动模型(CLS、IHACRES 和 XPBK 模型)及一个概念性模型(新安江模型)进行了应用、比较及敏感性分析。

模拟结果和敏感性分析结果表明 PBK 模型实现了多步外推的高精度连续模拟, 增长了数据驱动模型的预见期, 使非实时校正数据驱动模型与概念性模型的耦合成为可能。尽管 PBK 模型能够取得与概念性模型及其他模型类似的模拟效果, 但其模型结构过于复杂, 计算效率不高, 如何用更为简洁的模型结构和计算方法来取得与其他模型类似的模拟效果仍是未来亟待解决的问题。

中图分类号: P228 **文献标识码:** D

文章编号: 1001-1595(2017)02-0265-01

基金项目: 国家自然科学基金(41601569); 中国博士后科学基金(2016M591214); 中国水科院科研专项(JZ0145B052016); 国家 973 计划(2013CB036400); 重点国际(地区)合作研究项目(G0305; 7141101024)

收稿日期: 2016-10-17

作者简介: 阚光远(1985—), 男, 2014 年 12 月毕业于河海大学, 获工学博士学位(指导老师: 李致家教授), 研究方向为流域水文物理规律模拟与预报。

Author: KAN Guangyuan (1985—), male, received his doctoral degree on December 2014 from Hohai University, majors in watershed hydrological simulation and forecasting.

E-mail: kanguangyuan@126.com