

新安江模型程序说明

(2024 年 11 月 8 日)

1. 程序简介

新安江模型程序用于模拟一个闭合流域的产汇流过程，基本计算单元为自然流域分水岭划分的计算单元。下图所示流域共有 17 个计算单元，各计算单元至流域出口断面由河道相连接。

程序的输入为各计算单元的面雨量、面蒸发能力；输出为流域出口断面的径流过程，以及各计算单元的蒸散量、产流量、土壤张力水量。

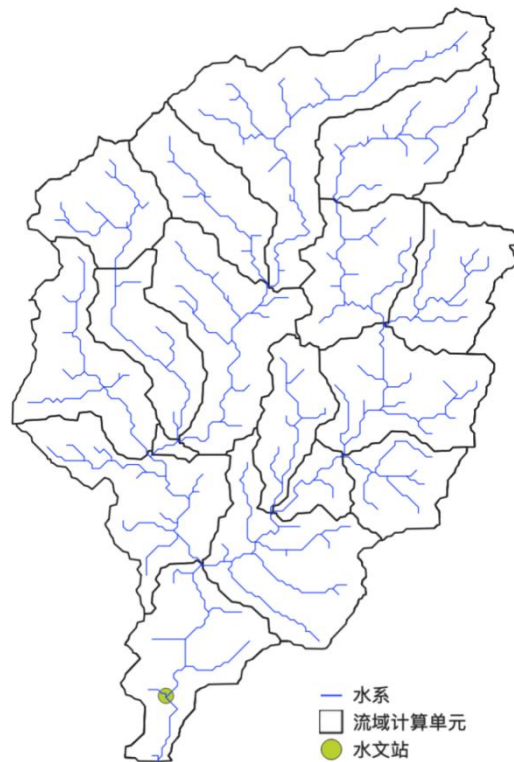


图 1 流域计算单元示意图

2. 安装及使用

解压后的程序结构如下图所示，其中 XAJ_Driver.exe 为模型主程序。Forcings 文件夹存放模拟所需的降雨及蒸发能力输入（详见第 5 节）、Parameters 存放模型运行所需的参数（详见第 4 节）、Results 存放模型模拟结果（详见第 6 节）、Restarts 存放模型状态变量（详见第 7 节）

标准新安江模型采用 Python 编写，打包的可执行程序已包括所有运行所需的环境，在 windows 环境下可以直接双击 XAJ_Driver.exe 运行模型。

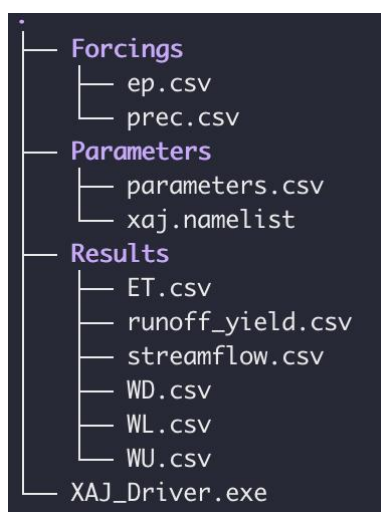


图 2 新安江模型文件结构

3. 模型配置文件

xaj.namelist 文件为模型配置文件，配置了模型运行所需的必要信息，如计算单元数量、计算时段数、时段长等，各字段的定义如下：

```
1 &XAJ_NAMELIST
2 NZONE .....= 8 .....!计算单元总数
3 NSTEP .....= 26303 .....!计算时段总数
4 DT .....= 3600 .....!计算时段长 (s)
5 START_YEAR = 2016 .....!开始模拟年份
6 START_MONTH = 1 .....!开始模拟月份
7 START_DAY = 1 .....!开始模拟日期
8 START_HOUR = 0 .....!开始模拟小时
9 DIR_RESTART_OUT = ./restart !输出初始值的文件夹
10 FINI = /home/yhfang/research/DXAJ/Hanjiang/restart/20201231230000 !模拟初始文件，如果文件不存在或文件不符合要求，模拟将采用默认初始值开始
11 &END
```

图 3 xaj.namelist 文件示意图

4. 模型参数

parameters.csv 文件为参数配置文件，决定了各计算单元的参数，包括计算单元特征参数 2 个（表 1）以及新安江模型和马斯京根参数参数 17 个（表 2）。

parameters.csv 文件共有(nzone+1)行*19 列，其中第一行为标题行，标题行下为 nzone 行参数，每一行代表一个计算单元，其排序与降水、蒸散发能力以及输出文件保持一致。

1	Area	DP	KC	B	C	IMP	WM	WUM	WLM	SM	EX	KG	KI	CG	CI	CS	LAG	KE	XE
2	217.28048	1	0.295	0.25	0.15	0.01756487	114.442219	22.8884438	57.2211095	8.18588105	1.2	0.2	0.5	0.995	0.83	0.7647061	0	1	0.35
3	132.450577	1	0.295	0.25	0.15	0.00910486	120.144462	24.0288923	60.0722309	9.24927019	1.2	0.2	0.5	0.995	0.83	0.78079909	0	1	0.35
4	141.256437	1	0.295	0.25	0.15	0.03062214	117.535364	23.5070727	58.7676819	8.92765384	1.2	0.2	0.5	0.995	0.83	0.7877363	0	1	0.35

图 4 parameters.csv 文件示意图

表 1 计算单元特征参数

序号	模型参数	参数名称	单位
1	Area	计算单元面积	km2
2	DP	计算单元出口到流域出口 马斯京根分段数	

表 2 新安江模型及马斯京根参数

序号	模型结构	参数	参数名称	取值范围	默认值	有效位数	单位
1	蒸散发计算	KC	蒸散发能力折算系数	[0.50,2.00]	1.00	3	
2		WUM	上层张力水蓄水容量	[5,30]	10	2	m m
3		WLM	下层张力水蓄水容量	[40,90]	70	2	m m
4		WDM *	深层张力水蓄水容量	[35,80]	50	2	m m
5		C	深层蒸散发系数	[0.09,0.20]	0.16	2	
6	产流计算	IMP	不透水面积占全流域 面积之比	[0.005,0.50]	0.01	3	
7		WM	张力水蓄水容量	[80,200]	120	3	m m
8		B	指数型张力水蓄水容 量曲线方次	[0.1,0.4]	0.2	1	
9	水源划分 计算	SM	自由水蓄水容量	[5,50]	10	2	m m
1 0		EX	指数型自由水蓄水容	[1.0,2.0]	1.5	2	

			量曲线方次				
1 1		KI	壤中流出流系数	[0.10,0.50]	0.35	2	
1 2		KG	地下水出流系数	[0.10,0.50]	0.35	2	
1 3		CI	壤中流消退系数	[0.010,0.999]	0.800	3	
1 4		CG	地下径流消退系数	[0.050,0.999]	0.950	3	
1 5		CS	计算单元内河网汇流系数	[0.010,0.999]	0.99	3	
1 6	汇流计算	LAG	计算单元内河网汇流滞时	[0, 5]	0	1	计 算 时 段 数
1 7		XE	马斯京根法调蓄系数	[0.10, 0.60]	0.30	2	
1 8		KE	马斯京根法传播时间	≈计算时段长	计 算 时 段 长	2	小时

*注: 在 parameters.csv 文件中 WDM 无需指定, 模型自动根据 WM、WUM 以及 WLM 进行计算。

5. 模型输入

为了方便组织输入输出，模型的输入输出采用 CSV 文件组织。
输入数据包括各计算单元的面平均降雨量以及蒸散发能力。

(1) 降雨

prec.csv 为模型降雨输入文件，降雨的单位为 mm/step，即该时段内的降雨总量。

该文件共有(nstep+1)行*(nzone+1)列：

第 1 行为标题行，可以标识每一列代表的计算单元编号，也可以按顺序编号（1~nzone），模型不会读入该行的信息，但其顺序必须与 xaj.namelist 里面参数的顺序保持一致。

第 2 行至 nstep+1 行为输入模型的降雨数据，其中第 2 行的时间由 xaj.namelist 中的 START_TEAR, START_MONTH, START_DAY, START_HOUR 字段确定。

（第 1 列为时间，标识每一行代表的时段，可以按实际时间或按 1~nstep 进行标识，模型不会读入该行的信息。）

(2) 蒸发能力

ep.csv 为模型降雨输入文件，蒸发能力的单位为 mm/step，即该时段内的降雨能力总量；。

该文件共有(nstep+1)行*(nzone+1)列：

第 1 行为标题行，可以标识每一列代表的计算单元编号，也可以按顺序编号（1~nzone），模型不会读入该行的信息，但其顺序必须与 xaj.namelist 里面参数的顺序保持一致。

第 2 行至 nstep+1 行为输入模型的蒸发能力数据，其中第 2 行的时间由 xaj.namelist 中的 START_TEAR, START_MONTH,

START_DAY, START_HOUR 字段确定。

（第 1 列为时间，标识每一行代表的时段，可以按实际时间或按 1~nstep 进行标识，模型不会读入该行的信息。）

6. 模型输出

模型模拟结果文件包括以下 6 个文件，其文件组织形式类似，其中 `streamflow.csv` 仅输出流域出口断面流量过程；而其他文件输出各计算单元对应模拟结果。

`streamflow.csv` 中输出的是计算时段的瞬时流量，若对比的实测数据为平均流量，需要对模拟结果进行平均。

结果文件第 1 行为标题行，第 1 列为时间，由 `xaj.namelist` 里面指定的时间配置计算得到。

表 3 模型模拟结果文件

序号	文件名	输出要素	单位	维度
1	<code>streamflow.csv</code>	流域出口流量	m ³ /s	(nstep+1)行*2 列
2	<code>runoff_yield.csv</code>	各计算单元产流量	mm/step	(nstep+1)行*(nzone+1)列
3	<code>ET.csv</code>	各计算单元蒸散发量	mm/step	(nstep+1)行*(nzone+1)列
4	<code>WU.csv</code>	各计算单元上层张力水	mm	(nstep+1)行*(nzone+1)列
5	<code>WL.csv</code>	各计算单元下层张力水	nn	(nstep+1)行*(nzone+1)列
6	<code>WM.csv</code>	各计算单元深层层张力水	nn	(nstep+1)行*(nzone+1)列

7. 模型初始化文件

新安江模型模拟时，需要给定土壤含水量、产流面积、河道初始流量等初始值，该初始值由 `xaj.namelist` 中的 `FINI` 字段给定。

如果没有指定 `FINI` 或者指定的文件存在错误，模型将采用预设的初始值开始模拟，并在模拟时段的每天 8 点输出包含对应时段状态变量的初始化文件。在进行后续模拟时，可以采用该初始化文件对模型进行初始化。

初始化文件命名的规律为 `restart_file_<YYYYMMDDHH>`，其中 Y、M、D、H 分别为年、月、日、小时。

当给定初始化文件后，程序会从初始化文件后开始模拟，如指定的初始化文件为 `restart_file_2024112108`，表示该文件存储了 2024 年 11 月 21 日 8 时这一个时段初的状态变量，后续模拟将从 2024 年 11 月 21 日 8 时开始，程序会自动匹配降雨及蒸发能力的时段。