《水文预报》



课程设计报告

（2014 级）

学生姓名：

韦昭华

学

号：

2014301580040

指导老师：

陈杰

专

业：水文与水资源工程

武汉大学水利水电学院

水文水资源系

二〇一六年十一月•武汉

水文预报课设

目录

一．概述........................................................................................................................................... 2

1.1 流域概况............................................................................................................................. 2

1.2 流域水文资料..................................................................................................................... 2

1.2.1 老灌河流域水文资料的整理................................................................................ 2

1.3 任务要求............................................................................................................................. 3

二．流域产流方案........................................................................................................................... 4

2.1 流程方案............................................................................................................................. 4

2.2 流域蒸散发......................................................................................................................... 4

模型参数:..........................................................................................................................5

2.3 蓄满产流............................................................................................................................ 6

2.3.1 基本原理.................................................................................................................. 6

2.3.2 蓄水容量曲线.......................................................................................................... 6

2.3.2 降水产流量计算..................................................................................................... 7

模型参数：....................................................................................................................... 8

2.4 三水源划分......................................................................................................................... 9

2.4.1 自由水的蓄水流量曲线.......................................................................................... 9

2.4.2 流量计算................................................................................................................ 10

模型参数：..................................................................................................................... 11

三．流域汇流方案......................................................................................................................... 12

3.1 概述................................................................................................................................... 12

3.2 汇流划分........................................................................................................................... 12

3.2.1 地面径流汇流........................................................................................................ 12

3.2.2 壤中流流汇流........................................................................................................ 13

3.2.3 地下径流汇流........................................................................................................ 13

模型参数：..................................................................................................................... 14

四．预报方案检验......................................................................................................................... 15

4.1 概述................................................................................................................................... 15

4.2 精度评定........................................................................................................................... 15

4.2.1 误差指标........................................................................................................................ 15

4.2.2 许可误差................................................................................................................ 16

4.2.3 预报项目精度评定................................................................................................ 16

4.3 模型精度评定结果分析................................................................................................... 17

4.3.1 率定期评定........................................................................................................... 17

4.3.2 检验期评定............................................................................................................ 19

五．存在的问题与改进方案......................................................................................................... 22

参考文献......................................................................................................................................... 23

结语 ................................................................................................................................................ 23

附件： ............................................................................................................................................ 24

1）程序................................................................................................................................... 24

2）DC 计算 excel 表格截图.................................................................................................. 31

1

水文预报课设



**一．概述**

**1.1 流域概况**

老灌河流域位于河南省境内西南部，地处湖北、陕西、河南三省交界处，为

南水北调中线水源地丹江口水库上游一大主要入库支流，主要干流长 255km，年

径流量 6.6 亿 m3，流域面积 3418km2。老灌河流域雨量 充沛、 洪水 频繁，峰

高量大，符合蓄满产流模型的应用条件。

老灌河部分流域图

**1.2 流域水文资料**

**1.2.1 老 灌 河 流域水文资料的整理**

西峡站水文站控 制集 水面积 3418km2，流域内有香山、黄坪等 17 个雨量

站，各站均有 较长期 的实测雨 量资料 （ 1980~1990）。在洪 水预 报方案的 研

制中，已 经将 1980～ 1986 年资 料作为 模型 率定期 ，选出 了 25 场暴雨与 老

灌河同期 实测流 量资 料作为优 选产流 参数 和汇流过 程的依 据。现需要将 预

留的 1987~1990 年资 料进行整 理，为模型 产汇流方 案检验 提供 场次洪水 资

料。资料的整理和数据文件的组织都已通过编制的软件由计算机完成。

1.暴雨 洪水场 次的划 分

1987~1990 年洪 水与 暴雨场次 的大致 划分 如表 2 所 示：

2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NO | 洪号 | 流量起止时间 | 实测洪  3  峰(m /s) | 实测峰  现时间 | 模拟洪  3  峰(m /s) | 模拟峰  现时间 | 实测洪水  总量(mm) | 模拟洪水  总量(mm) |
| 1 | 870606 | 06.04-06.10 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 870806 | 08.04-08.10 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 870720 | 07.17-07.26 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 870904 | 09.02-09.09 |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 880815 | 08.12-08.19 |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 880914 | 09.12-09.17 |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 890711 | 07.10-07.20 |  |  |  |  |  |  |
| 8 | 890726 | 07.23-08.01 |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 890816 | 08.15-08.25 |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 890911 | 09.07-09.18 |  |  |  |  |  |  |
| 11 | 900502 | 04.30-05.08 |  |  |  |  |  |  |
| 12 | 900626 | 06.23-06.30 |  |  |  |  |  |  |
| 13 | 900721 | 07.19-07.26 |  |  |  |  |  |  |

水文预报课设

表 2

老灌河 流域退 水 曲线中蓄 泄系数 K=48 小时

西峡站次洪水统计表

2.场次洪 水径流 深的 推求

**1.3 任务要求**

本课程设 计的主 要任 务是：根 据建立 的流 域洪水预 报方案 ，应 用预留

的水文资料，对此方案进行检验。具体工作内容如下：

（一）、 流域暴 雨洪 水场次资 料的整 理。

（ 二 ）、 流域产 流方 案的检验 。

（三）、 流域汇 流方 案的检验 。

（四）、 流域洪 水预 报方案的 评定 。

3

水文预报课设

**二．流域产流方案**

**2.1 流程方案**

本方案采用蓄满产流模型，应用新安江模型。主要过程分为流域蒸散发的三

层蒸发计算、蓄满产流计算、三水源划分等三个部分。

**2.2 流域蒸散发**

对于长期的产流量估计，蒸发常是决定性因素。（流域蒸散发量很难由直接

观测资料确定，一般通过模型计算得到。）

影响流域蒸散发的主要因素是土壤蒸发，而影响土壤蒸发的因素主要是土壤

蒸发能力和土壤含水量。即：

*Es* *Es* *Ep*,*W* 

式中，Es —— 土壤实际蒸发，mm；

Ep —— 为土壤蒸发能力，mm；

W —— 为土壤蓄水量，mm。

土壤蒸散发过程大体上可以划分为三个基本阶段：

a) 土壤含水量供水充分，只受气候因素影响，稳定蒸散发阶段。

b) 土壤含水量和气候同时影响，蒸散发与土壤含水量比例变化蒸散发阶段

c) 取决于地下水埋深与气候因素，常倍数深层蒸散发扩散阶段。

在本模型中，按土壤垂向分布的不均匀性将土层分为三层，用三层蒸散发模

型计算蒸散发量。三层蒸发计算公式如下：

上层蒸发量：

下层蒸发量：

深层蒸发量：

总蒸发量：

*EU* *EP*

*EL* *EP* \**WL* /*WLM*

*ED* *C* \**EP*

*E* *EU* *EL* *ED*

式中：Ep 为流域蒸发能力，mm； WL 为下层土壤含水量，mm； WLM 为下层

4

水文预报课设



土壤含水容量，mm； C 为深层蒸散发扩散系数。

其中流域蒸发能力与水面蒸发能力之间可粗略概化为如下线性关系：

*EP* *KC* \**E*0

式中：Kc 为蒸发折算系数。

三层蒸发模式按照先上层后下层的次序，具体分如下四种情况计算:

（1） 当*WU* *P* *EP* 时

（2） 当，

，

时

（3） 当

，

时

（4） 当

其中初始土壤湿度：

，

时

WU=FE\*WUM

式中：WU 为上土层含水量，mm；WL 为下土层含水量，mm ; WD 为深土层含

水量，mm ;FE 为初始土壤含水容量折算系数；P 为降雨量，mm。

**模型参数:**

KC：为蒸散发能力折算系数，是指流域蒸散发能力与实测水面蒸发值之比。

此参数控制着总水量平衡，因此，对水量计算是十分重要的。

WUM：为上层蓄水容量，它包括植物截留量。在植被与土壤比较发育的流

域, 约为 20mm；在植被与土壤颇差的流域，约为 5～6mm。

5

水文预报课设

WLM：为下层蓄水容量。可取 60～90mm。

WDM：为深层蓄水容量。由 WM = WUM+ WLM+WDM 关系可以省去此参

数的率定。

C：为深层蒸散发系数。它决定于深根植物占流域面积的比数，同时也与

WUM+WLM 值有关，此值越大，深层蒸散发越困难。一般经验，在江南湿润地

区 C 值约为 0.15～0.20 左右，而在华北半湿润地区则在 0.09～0.12 左右。

FE：为初始土壤含水容量折算系数，即各层土壤水均为容量的 FE 倍：如

WUM0=FE\*WUM，S0=SM\*FE。

**2.3 蓄满产流**

**2.3.1 基本原理**

蓄满产流模型的的基本原理可表达为：

R= PE+W-WM

式中：R —— 流域产流量，mm；

PE ——流域扣除雨期蒸发后的降雨量，mm；

W —— 流域土壤蓄水量，mm；

WM —— 流域平均蓄水容量，mm。

**2.3.2 蓄水容量曲线**

流域蓄水容量曲线时将流域内各地点包气带的蓄水水容量，按从小到达顺序

排列得到的一条蓄水容量与相应面积关系的统计曲线。如图 2-3-1 所示图中纵坐

标 WM’为各地点包气带蓄水容量值，WMM 为其中最大值，一般都以 mm 表示，

横坐标为面积的相对值 f/F，F 是全流域面积，f 为流域内包气带蓄水容量小于或

等于 WM’的面积，曲线所围的面积 WM 为全流域平均蓄水容量。流域蓄水容量

曲线反映了流域包气带缺水容量分布特征，如图 2-3-1 所示。

6

水文预报课设

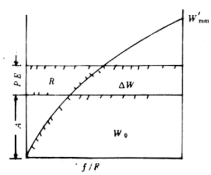
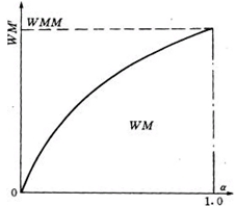


图 2-3-1

包气带蓄水容量曲线

据经验分析，蓄水容量曲线可由如下指数方程近似描述

式中：B 是常数，反映了流域包气带蓄水容量分布的不均匀性。B 值越小表示越

均匀。当 B=0 时表示流域内包气带蓄水容量均匀不变，而 B 值越大表示越不均

匀。

据上式积分可得

式中：WMM 为流域最大蓄水容量，mm。

**2.3.2 降水产流量计算**

一般情况下，降雨前的初始土壤含水量不为零，这时，初始土壤含水量在流

域的分布直接影响降雨产流量值。降雨前的初始土壤含水量分布式不相同的，但

从多次平均的统计角度，认为分布规律也符合图 2-3-2 的变化。

7

图 2-3-2



根据图 2-3-2,W 计算式为

积分得

水文预报课设

流域初始土湿分布与降雨产流量示意图

]

与 W 相应的纵坐标 a 为

设扣除雨期蒸发后的降雨量为 PE，则总径流量 R 的计算公式为

若

若

**模型参数：**

WM：为流域蓄水容量，是流域干湿程度的指标。一般分为上层 WUM、下

层 WLM 和深层 WDM，约为 120～180mm。

B：为蓄水容量曲线的指数。它反映流域上蓄水容量分布的不均匀性。一般

经验，流域越大，各种地质地形配置越多样，B 值也越大。在山丘区域，很小面

积（几平方公里）的 B 值为 0.1 左右，中等面积（300 平方公里以内）的 B 值为

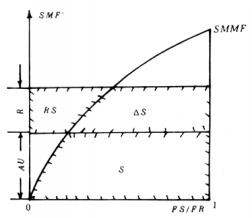
0.2～0.3 左右，较大面积（数千平方公里）的 B 值为 0.3～0.4 左右。

IMP：不透水层占全流域面积。

8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名 | WM | WUM | WLM | WDM | KC | C | B | IMP | FE |
| 参数值 | 120 | 33 | 40 | 47 | 0.93 | 0.15 | 1.6 | 0.006 | 0.8 |

水文预报课设



**2.4 三水源划分**

老灌河流域三水源蓄满产流模型产流参数

地面以下的径流由多种产流机制形成，在流域出口断面流量的退水过程线上

常呈现水源三段退水的退水特征。这三段退水的径流主要成分分别为地面、壤中

和地下三种水源。

在新安江模型中常用水箱模型以解决水源划分问题。

**2.4.1 自由水的蓄水流量曲线**

自由水的蓄水容量曲线可以表示为图 2-4-1 所示。

图 2-4-1 自由水蓄水容量曲线

据图 2-4-1 可得自由水的蓄水容量曲线为：

 *S* 

α  1 1 

 *MS* 

*EX*

由此得：

*MS*  (1 *EX* ) \**SM*

9

水文预报课设



1

 *S* 1*EX*

*AU* *MS*[1 1  ]

 *SM* 

式中： ——流域地面径流产流面积

*MS* ——流域上自由水蓄水量最大的某点的蓄量值

EX——自由水蓄量分布曲线指数

S——流域自由水蓄水量

SM——流域平均自由水蓄水容量

AU——与自由水蓄水量 S 相对应的蓄水容量曲线纵坐标值

**2.4.2 流量计算**

（1） PE<=0 的产流计算

因为 PE<=0，所以地面径流 RS=0，但因自由水蓄水库中有蓄水，故壤中流 RI 和

地下径流 RG 不为 0，此时

(2) PE>0 的产流计算

如果 PE+AU<SM 则

10

水文预报课设



如果 PE+AU<=SM，则

式中，

FR1——上一时段产流面积比例；

FR——本时段产流面积比例；

KG——自由水对地下水的日出流系数；

KKG——地下水消退系数；

KSS——自由水对壤中流的日出流系数；

KKSS——壤中流消退系数；

其余变量意义和前面式子相同。

**模型参数：**

SM:为流域平均自由水蓄水容量，本参数受降雨资料时段均化的影响，当以

日为计算时段长时，一般流域的 SM 值约为 10～50mm，当所选取的计算时段长

较小时，SM 要增大，这个参数对地面径流的多少起着决定性作用，因此十分重

要。

EX :为自由水蓄水容量曲线指数，它表示自由水容量分布不均匀性。通常

EX 取值在 1～1.5 之间。

KI:为自由水蓄水库对壤中流的出流系数，KG 为自由水蓄水库对地下径流出

流系数，这两个出流系数是并联的，其和代表着自由水出流的快慢。一般来说，

KI+KG＝0.7，相当于从雨止到壤中流止的时间为 3 天。本流域中选择对 KI 进行

率定，KG 有以上关系式得出。

11

水文预报课设



**三．流域汇流方案**

**3.1 概述**

流域汇流计算包括坡地和河网两个汇流阶段。

新安江模型中流域汇流分：地面汇流、壤中流汇流和地下汇流。汇流参数的

优选以流域出口模拟流量过程与实测流量过程拟合最优为目标函数。壤中流和地

下汇流采用线性水库的方法。地面汇流采用时段地面经验单位线法， 用老灌河

实测雨洪资料分析的单位线方法。

**3.2 汇流划分**

根据三水源的划分，汇流过程也可以由三部分组成：地面径流的汇流、壤

中流的汇流和地下水的汇流。

**3.2.1 地面径流汇流**

地面径流 汇流采 用 Nash 单位线 法，利 用 单位线的 倍比和 叠加 假定逐

日进行计 算。因所 给 单位线 ∆t=24h， 与计 算时段长 相等，故 不 许转换，可

直接带入 计算。 净雨 量 、出流量与 UH 纵坐标 q 之间的关系如下：

式中：

为流域出口断面时段末直接径流流量，

； 为时段净 雨量（用

单位净雨 量的倍 数表 示）;q 为 单位线 时段 末流量，

；t 为直 接径 流流量

时序，t=1、2、3…、m+n-1，其 中 m 为 净 雨时段数 ，n 为时段 单位线时 段

数； 、 为累计界 限，其取值分 别取决 于 t 与 n 和 m 的 相对 大小 ，其取值

分别为

12

水文预报课设



**3.2.2 壤中流流汇流**

表层自由水侧向流动，出流后成为表层壤中流进入河网，若土层较厚，表层

自由水还可以渗入到深层土，经过深层土的调蓄作为才进入河网。壤中流汇流可

采用线性水库或之后演算法计算。

——时段始、末壤中流出流量，

RI——壤中流径流量，mm；

；

F——流域面积，

；

U——折算系数；

KKSS——为壤中流消退系数

**3.2.3 地下径流汇流**

地下径流汇流采用线性水库，计算公式为：

式中：

——时段始、末地下径流出流量，

；

RG——地下径流量，mm；

KKG——地下水消退系数。

F——流域面积，；

U——折算系数。

流域出口断面总流量为

式中：QC—— 流域出口断面总流量，m3/s；

QI—— 流域出口断面壤中流流量，m3/s；

QS—— 流域出口断面地面径流流量，m3/s；

QG—— 流域出口断面地下径流流量，m3/s；

注：KG 为自由水对地下水的日出流系数；KKG 为地下水消退系数；KSS 为自

由水对壤中流的日出流系数；KKSS 为壤中流消退系数

13

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名 | SM | EX | KG | KKG | KSS | KKSS |
| 参数值 | 33 | 0.5 | 0.04 | 0.99 | 0.05 | 0.8 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时段  (△t=24h) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 单位线  3  q(m /s) | 0 | 237.3 | 90.5 | 38.3 | 16.6 | 7.2 | 3.2 | 1.4 | 0.6 |
| 时段  (△t=24h) | 9 | 10 | 11 |  |  |  |  |  |  |
| 单位线  3  q(m /s) | 0.3 | 0.1 | 0 |  |  |  |  |  |  |

水文预报课设

**模型参数：**

KKI：为壤中流水库的消退系数。如无深层壤中流时，KKI 趋于零。当深层壤

中流很丰富时，KKI 趋于 0.9。相当于汇流时间为 10 天。

KKG：为地下水库的消退系数。如以日为计算时段长，此值一般为 0.98～

0.998，相当于汇流时间为 50～500 天。

14

老灌河流域分水源汇流参数

老灌河 24h10mm 单位线

水文预报课设



**四．预报方案检验**

**4.1 概述**

预报方案效果评定和有效性检验，一般是将具有良好代表性的资料系列分

为率定期和检验期。

评定是采用率定期可利用的资料编制方案、估计参数、确定预报方案再进

行模拟，通过模拟与实测水文要素之间的比较，分析预报方案在率定期的效果与

有效性。

检验则是采用检验期预报环境可利用资料，用预报方案进行模拟，通过模

拟结果与实测水文要素之间的比较，分析预报方案在检验期的效果与有效性。

由于预报误差出现是随机的，率定期和检验期的评定精度指标不会完全一

致。

**4.2 精度评定**

洪水预报精度评定包括预报方案精度评定、作业预报的精度等级评定和预报

时效等级评定等。评定项目主要有洪峰流量(水位)、洪峰出现时间、洪量(径流

量)等。

**4.2.1 误差指标**

洪水预报的误差指标采用以下三种：

绝对误差：

相对误差：

绝对误差=|预报值-实测值|

相对误差 =( 预报误差 / 实测值) x 100%

确定性系数：

式中：DC ——确定性系数；

为预报值，

；

15

水文预报课设



——实测值，

；

——实测值的均值，

；

n——资料系列的长度。

**4.2.2 许可误差**

许可误差是依据预报精度的使用要求和实际预报技术水平等综合确定的误

差允许范围，不同的预报方法和预报要素对许可误差的规定不同，对许可误差规

定亦不同。

（1）洪峰预报许可误差

降雨径流预报以实测洪峰流量的 20%作为许可误差；河道流量（水位）预报

以预见期内实测变幅的 20%作为许可误差。

（2）峰现时间预报许可误差

峰现时间以预报根据时间至实测洪峰出现时间之间时距的 30%作为许可误

差，当许可误差小于 3Δt 或一个计算时段长，则以 3Δt 或一个计算时段长作为许

可误差。

（3）径流深预报许可误差

径流深预报以实测值的 20%作为许可误差，当该值大于 20mm 时，取 20mm；

小于 3mm 时，取 3mm。

**4.2.3 预报项目精度评定**

(1)合格预报

一次预报的误差小于许可误差时，为合格预报。合格预报次数与预报总次数

之比的百分数为合格率，表示多次预报总体的精度水平。合格率:

*QR* 

*n*

*m*

100%

式中：QR 为合格率（取一位小数）,n 为合格预报次数，m 为预报总次数。

(2)预报项目精度等级

预报项目的精度按合格率或确定性系数分为三个等级如表 4-1 所示：

表 4-1 预报项目精度等级表

16

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 精度等级 | 甲 | 乙 | 丙 |
| 合格率(%) | QR>=85.0 | 85.0>QR>=70.0 | 70.0>QR>=60.0 |
| 确定性系数 | DC>0.90 | 0.90>=DC>=0.70 | 0.70>DC>=0.50 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 洪号 | 降雨 P | 实测 RO | 计算 RC | 绝对误差 | 相对误  差 | 是否  合格 | 合格率 |
| 率  定  期 | 1 | 800616 | 62.8 | 19.8 | 17.2 | -2.6 | -13.1 | 1 | 84.00% |
| 2 | 800703 | 135.2 | 68.1 | 72.5 | 4.4 | 6.5 | 1 |
| 3 | 800824 | 120.7 | 70.2 | 56.8 | -13.4 | -19.1 | 1 |
| 4 | 801010 | 95.0 | 35.2 | 42.8 | 7.6 | 21.6 | 0 |
| 5 | 810625 | 76.2 | 18.0 | 19.4 | 1.4 | 7.8 | 1 |
| 6 | 810715 | 78.3 | 43.1 | 40.4 | -2.7 | -6.3 | 1 |
| 7 | 810824 | 44.4 | 28.0 | 23.3 | -4.7 | -16.8 | 1 |
| 8 | 820803 | 115.1 | 61.3 | 66.2 | 4.9 | 8 | 1 |
| 9 | 820814 | 52.9 | 25.7 | 28.4 | 2.7 | 10.5 | 1 |
| 10 | 820825 | 40.1 | 20.3 | 27.4 | 7.1 | 35 | 0 |
| 11 | 821002 | 38.0 | 25.4 | 22.9 | -2.5 | -9.8 | 1 |
| 12 | 830801 | 120.5 | 45.0 | 33.3 | -11.7 | -26 | 0 |

水文预报课设

**4.3 模型精度评定结果分析**

根据 4.2 所述精度评定方法，对于本模型预报的径流深，洪峰流量，峰现时

间，洪水预报过程进行评定。

**4.3.1 率定期评定**

通过计算，模型率定期预报总次数为 25，合格预报次数为 21，预报合格率

为 84.00%，预报精度达到乙等。如表 4-2.

17

表 4-2

老灌河流域径流深精度评定计算表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 13 | 830811 | 135.4 | 103.2 | 92.3 | -10.9 | -10.6 | 1 | 53.85% |
| 14 | 830908 | 103.9 | 46.0 | 49.4 | 3.4 | 7.4 | 1 |
| 15 | 831005 | 161.1 | 104.7 | 103.1 | -1.6 | -1.5 | 1 |
| 16 | 840512 | 88.7 | 20.0 | 18.2 | -1.8 | -9 | 1 |
| 17 | 840707 | 77.6 | 18.2 | 20.6 | 2.4 | 13.2 | 1 |
| 18 | 840726 | 53.7 | 16.7 | 19.8 | 3.1 | 18.6 | 1 |
| 19 | 840924 | 131.6 | 98.8 | 90.6 | -8.2 | -8.3 | 1 |
| 20 | 850504 | 80.3 | 26.7 | 22.2 | -4.5 | -16.9 | 1 |
| 21 | 850526 | 60.3 | 23.4 | 22.9 | -0.5 | -2.1 | 1 |
| 22 | 850811 | 95.2 | 19.3 | 19.5 | 0.2 | 1 | 1 |
| 23 | 850916 | 60.0 | 38.8 | 38.0 | -0.8 | -2.1 | 1 |
| 24 | 860815 | 68.4 | 12.4 | 10.1 | -2.3 | -18.5 | 1 |
| 25 | 860910 | 84.8 | 15.9 | 20.7 | 4.8 | 30.2 | 0 |
| 检  验  期 | 26 | 870606 | 46.2 | 18.6 | 17.1 | -1.5 | -7.9 | 1 |
| 27 | 870806 | 65.2 | 58.6 | 51.0 | -7.6 | -12.9 | 1 |
| 28 | 870720 | 58.1 | 20.4 | 18.2 | -2.2 | -10.8 | 1 |
| 29 | 870904 | 57.4 | 16.6 | 15.7 | -0.9 | -5.4 | 1 |
| 30 | 880815 | 111.4 | 96.1 | 24.0 | -72.1 | -75.0 | 0 |
| 31 | 880914 | 32.2 | 13.1 | 11.1 | -2 | -15.2 | 1 |
| 32 | 890711 | 58.1 | 29.8 | 25.7 | -4.1 | -13.8 | 1 |
| 33 | 890726 | 60.8 | 30.2 | 27.3 | -2.9 | -9.6 | 1 |
| 34 | 890816 | 76.6 | 69.3 | 53.4 | -15.9 | -22.9 | 0 |
| 35 | 890911 | 43.2 | 21.1 | 6.9 | -14.2 | -67.3 | 0 |
| 36 | 900502 | 20.3 | 16.1 | 2.5 | -13.6 | -84.5 | 0 |
| 37 | 900626 | 72.8 | 28.7 | 11.0 | -17.7 | -61.7 | 0 |
| 38 | 900721 | 98.1 | 66.3 | 22.1 | -44.2 | -66.7 | 0 |

水文预报课设

18

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NO | 洪号 | 流量起止时  间 | 实测峰现  时间 | 模拟峰现  时间 | 绝对误差 | 是否合格 | 合格率 |
| 1 | 870606 | 06.04-06.10 | 06.06 | 06.06 | 0 | 1 | 100.00% |
| 2 | 870806 | 08.04-08.10 | 08.06 | 08.06 | 0 | 1 |
| 3 | 870720 | 07.17-07.26 | 07.20 | 07.19 | -1 | 1 |
| 4 | 870904 | 09.02-09.09 | 09.04 | 09.04 | 0 | 1 |
| 5 | 880815 | 08.12-08.19 | 08.15 | 08.16 | 1 | 1 |
| 6 | 880914 | 09.12-09.17 | 09.14 | 09.14 | 0 | 1 |
| 7 | 890711 | 07.10-07.20 | 07.11 | 07.11 | 0 | 1 |
| 8 | 890726 | 07.23-08.01 | 07.26 | 07.26 | 0 | 1 |
| 9 | 890816 | 08.15-08.25 | 08.16 | 08.17 | 1 | 1 |
| 10 | 890911 | 09.07-09.18 | 09.11 | 09.10 | -1 | 1 |
| 11 | 900502 | 04.30-05.08 | 05.02 | 05.01 | -1 | 1 |
| 12 | 900626 | 06.23-06.30 | 06.26 | 06.25 | -1 | 1 |
| 13 | 900721 | 07.19-07.26 | 07.21 | 07.21 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NO | 洪号 | 流量起止  时间 | 实测洪峰  3  (m /s) | 模拟洪峰  3  (m /s) | 相对误差 | 是否合格 | 合格率 |
| （%） |
| 1 | 870606 | 06.04-06.10 | 390 | 205 | -47.4 | 0 | 46.70% |
| 2 | 870806 | 08.04-08.10 | 585 | 308 | -47.3 | 0 |
| 3 | 870720 | 07.17-07.26 | 125 | 196 | 56.8 | 0 |

表 4-4  老灌河流域洪峰流量精度评定计算表

19

水文预报课设

**4.3.2 检验期评定**

通过 excel 计算，检验期模型确定性系数为 0.65，达到丙等精度。径流深合

格率为 53.85%，老灌河流域径流深精度评定的结果如上表 4-2 所示：

峰现时间合格率为 100.00%，老灌河流域峰现时间精度评定结果表 4-3 所示：

洪峰流量合格率为 46.70%，老灌河流域洪峰流量精度评定结果如表 4-4 所

表 4-3  老灌河流域峰现时间精度评定计算表

示：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 870904 | 09.02-09.09 | 141 | 166 | 17.7 | 1 |  |
| 5 | 880815 | 08.12-08.19 | 586 | 229 | -60.9 | 0 |
| 6 | 880914 | 09.12-09.17 | 81 | 49 | -39.5 | 0 |
| 7 | 890711 | 07.10-07.20 | 233 | 207 | -11.2 | 1 |
| 8 | 890726 | 07.23-08.01 | 263 | 146 | -44.4 | 0 |
| 9 | 890816 | 08.15-08.25 | 432 | 112 | -74.1 | 0 |
| 10 | 890911 | 09.07-09.18 | 122 | 53 | -56.6 | 0 |
| 11 | 900502 | 04.30-05.08 | 69.9 | 18.1 | -74.1 | 0 |
| 12 | 900626 | 06.23-06.30 | 128 | 113 | -11.7 | 1 |
| 13 | 900721 | 07.19-07.26 | 793 | 353 | -55.5 | 0 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| NO | 洪号 | 流量起止时间 | 确定性系数 | 等级 |
| 1 | 870606 | 06.04-06.10 | 0.64 | 丙 |
| 2 | 870806 | 08.04-08.10 | 0.62 | 丙 |
| 3 | 870720 | 07.17-07.26 | 0.31 |  |
| 4 | 870904 | 09.02-09.09 | 0.66 | 丙 |
| 5 | 880815 | 08.12-08.19 | -0.25 |  |
| 6 | 880914 | 09.12-09.17 | -036 |  |
| 7 | 890711 | 07.10-07.20 | 0.93 | 甲 |
| 8 | 890726 | 07.23-08.01 | 0.68 | 丙 |
| 9 | 890816 | 08.15-08.25 | 0.14 |  |
| 10 | 890911 | 09.07-09.18 | 0.31 |  |
| 11 | 900502 | 04.30-05.08 | -0.96 |  |
| 12 | 900626 | 06.23-06.30 | -0.47 |  |

水文预报课设

洪水过程预报，1 场为甲等精度，0 场为乙等精度，5 场为丙等精度，洪水预

报确定性系数计算结果如表 4-5 所示：

20

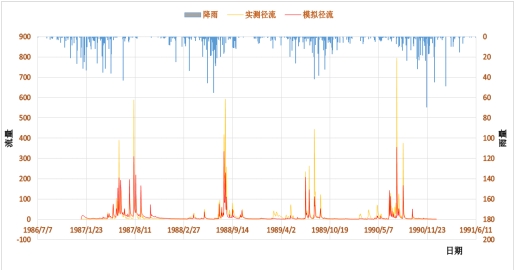
表 4-5 老灌河流域洪水预报确定性系数表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 13 | 900721 | 07.19-07.26 | 0.58 | 丙 |

水文预报课设

降水

径流



检验期模型中降雨、模拟径流与实测径流关系如下图：

检验期降雨、模拟径流与实测径流关系图

选取其中拟合效果较好的两场洪水（洪号分别为 890711、870904）说明拟

合效果

降雨

实测径流

模拟径流

250

200

150

100

50

0

0

20

40

60

80

100

120

1989/7/9 1989/7/11 1989/7/13 1989/7/15 1989/7/17 1989/7/19 1989/7/21

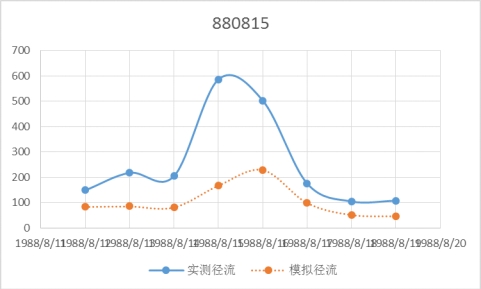
日期

21

降雨

降雨

径流



水文预报课设

实测径流

模拟径流

200

150

100

50

0

0

20

40

60

80

100

120

1987/9/11987/9/21987/9/31987/9/41987/9/51987/9/61987/9/71987/9/81987/9/91987/9/10

日期

**五．存在的问题与改进方案**

对 1987~1990 年的场次洪水预报模拟情况分析发现，有场洪水的模拟效果不

是很好，通过对这七场洪水实测流量与模拟流量的比较发现，这 7 场洪模拟洪峰

的峰现时间与实测洪峰相比，相差在可接受的范围内，且无明显的提前或拖后。

但洪峰大小比实测洪峰偏小。

以洪号为 880815 的洪水为例说明，如下图所示：

场次洪水模拟径流与实测径流关系图（880815）

通过上图可以明显的看出模拟径流比与实测径流的洪峰相比偏小。同时我又

对模拟径流与实测径流在 excel 中进行了相关性检验的相关性系数 0.86。同时又

对每次的洪水过程进行了相关性分析结果有 8 场在 0.95 以上，3 场 0.85 以上以

22

水文预报课设

及 2 场 0.75 以上。

综合来看模拟的径流过程趋势上与实际径流过程基本一致，但是径流量相差

偏多。可能有两个方面的原因：

1）对于新安江模型本身来讲，可能会把突变的地方通过均摊的方式，使

其平滑化。而实际情况中，这种突变的流量情况是会存在的，而洪水

过程中这种情况会更加明显。所以模拟洪峰会比实测洪峰偏小。

2）上述问题的存在可能与率定期的单位线有关，同时也可能与水文测站

的数量有关。水文站的数量越多，单位线的单位时段越短，模拟径流

与实测径流应该越接近。

可以考虑适当将单位线进行调整，来使其精度增加。

**参考文献**

[1] 赵人俊.流域水文模型的比较分析研究.水文，1989，（6）

[2] 赵人俊.新安江模型参数的分析.水文，1988，（6）：2-9.

[3] 谭炳卿.水文模型参数自动优选方法的比较分析.水文.1996（5）：8-13.

**结语**

本次课设是我做的第一个课设。通过这次课设，我对以往的水文预报的课程

内容有了更加深刻的理解，许多不明白的地方也得到了解决。同时通过做课设，

我对水文预报这门课在宏观上也有了一定的认识，能够将三水源新安江模型理解

的更加透彻，从而在使用上变得更加灵活。

课程设计这段时间以来，中间的过程还是比较曲折，中间也有许多不清楚的

知识，通过与同学的讨论和自己的琢磨，逐渐掌握了更多的知识。课设的进行使

我更加认识到水文预报在实际生成中的重要地位。而随着对其的更加深入的理解，

将平时老师上课讲的一个个模块串联在一起，从而构成一个通畅的模型，便不再

是难事。同时，也可以锻炼我们的编程能力。

总之，这次的课设让我学习到了很多，收获很多！