

水文预报课程设计

刘攀 余敦先 程磊

水文与水资源工程系

2018. 11. 4



1

背景及意义

2

设计目标

3

设计内容

4

提交材料

课设意义

- ▶ **重要的教学环节**
- ▶ **理论联系实际**
- ▶ **大学中的美好时光**

本课设背景

- ▶ **生产实际问题**
- ▶ **根据建立的流域洪水预报方案，应用提供的水文资料，对此方案进行检验。**

1

背景及意义



2

设计目标

3

设计内容

4

提交材料

设计目标

分组

- 一：学号末位为0-3号：老灌河
- 二：学号末位为4-6号：旬河
- 三：学号末位为7-9号：褒河

水文预报设计报告编写

- 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

1

背景及意义

2

设计目标



3

设计内容

4

提交材料

洪水场次资料的整理

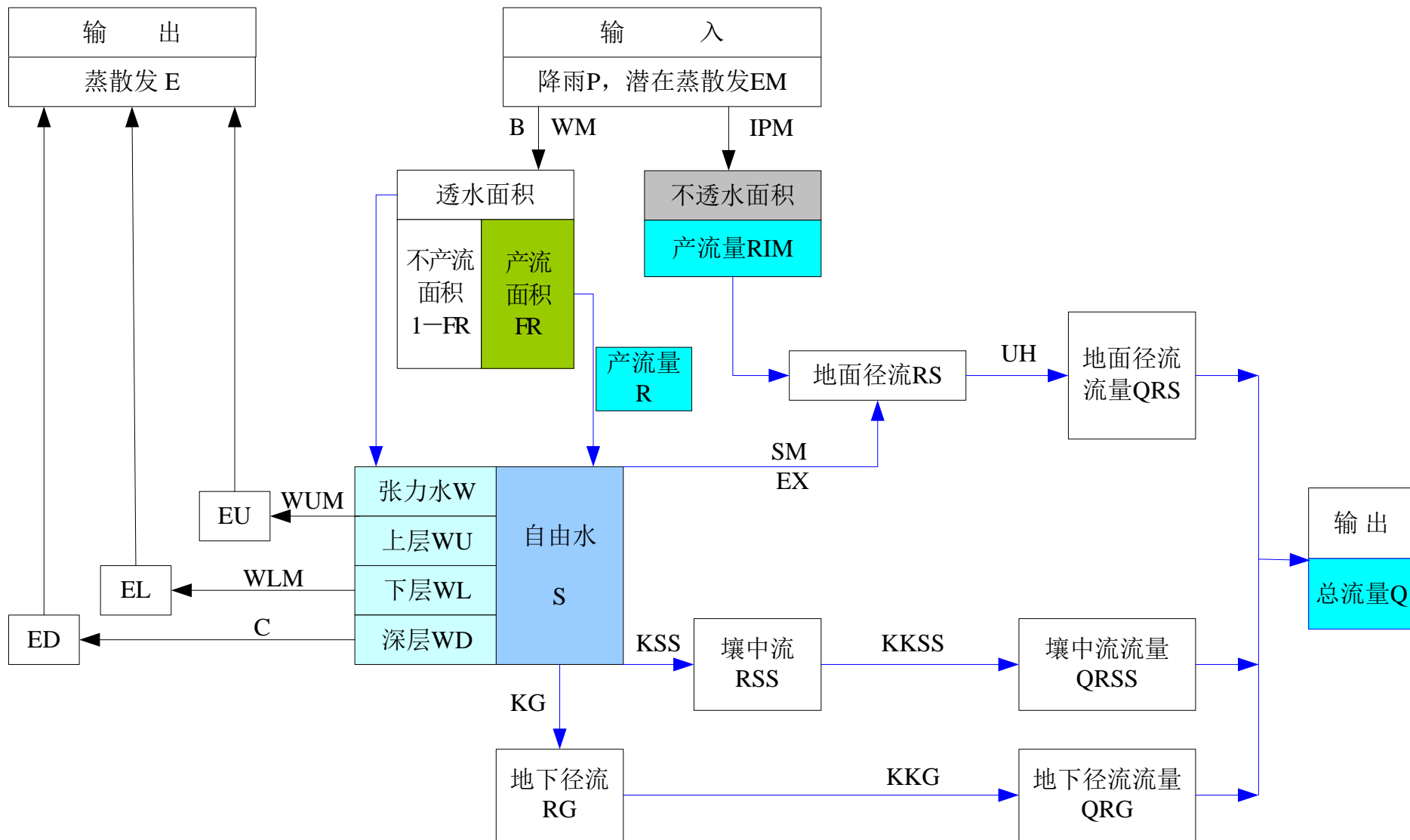
NO.	洪号	流量起止时间
1	870606	06.04-06.10
2	870806	08.04-08.10
3	870720	07.17-07.26
4	870904	09.02-09.09
5	880815	08.12-08.19
6	880914	09.12-09.17
7	890711	07.10-07.20
8	890726	07.23-08.01
9	890816	08.15-08.25
10	890911	09.07-09.18
11	900502	04.30-05.08
12	900626	06.23-06.30
13	900721	07.19-07.26

洪水场次资料的整理

序号	洪号	降雨P	实测RO	计算RC	绝对误差	相对误差
23	860710	44.3	17.0	13.4	-3.6	-21.2
24	860910	114.4	29.2	37.7	8.5	29.1
25	861021	38.1	14.1	16.0	1.9	13.5
26	870513					
27	870614					
28	870804					

旬河流域退水曲线中蓄泄系数K=48小时

产流方案：新安江模型



产流方案

流域总径流深 R 的计算:

(1) 当 $PE \leq 0$ 时

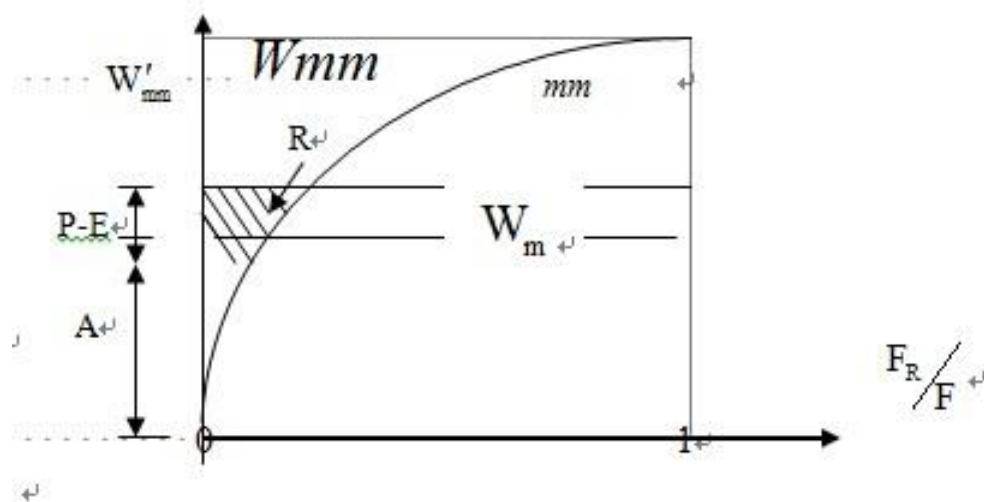
$$R=0$$

(2) 当 $PE > 0$, 且 $PE+A < W_m(1+B)$ 时

$$R = PE - W_m + W + W_m \left(1 - \frac{PE + A}{W_m(1+B)} \right)^{1+B} \quad (3-7)$$

(3) 当 $PE > 0$, 且 $PE+A \geq W_m(1+B)$ 时

$$R=PE-(WM-W) \quad (3-8)$$



(3-6)

产流方案

· (1) $PE \leq 0$ 的产流计算⁴

· 因为 $PE \leq 0$, 所以 $R=0$, 但因自由蓄水库中有蓄水 S_t , 故壤中流 RSS 和地下径流 RG 不为零, 此时,⁴

$$\cdots \cdots F_{R1} = 1 - \left(1 - \frac{W_t}{W_m} \right)^{\frac{B}{1+B}} \cdots \cdots (3-10) ^4$$

$$\cdots RS=0^4$$

$$\left. \begin{aligned} \cdots \cdots RSS &= S_t \times KSS \times F_R \cdots \cdots \\ \cdots \cdots RG &= S_t \times KG \times F_{R1} ^4 \cdots \cdots \\ \cdots \cdots S_{t+1} &= (1 - KSS - KG) S_t ^4 \cdots \cdots \end{aligned} \right\} \cdots \cdots (3-11) ^4$$

产流方案

---- (2) $PE > 0$ 的产流计算

如果 $PE + AU < SS_m$ ，则

$$\left. \begin{aligned} \text{-----} RS &= \left(PE - S_m + S_i + S_m \left(1 - \frac{PE + AU}{SS_m} \right)^{1+EX} \right) F_R \\ \text{-----} RSS &= \left(S_m - S_m \left(1 - \frac{PE + AU}{SS_m} \right)^{1+EX} \right) KSS \times F_R \\ \text{-----} RG &= \left(S_m - S_m \left(1 - \frac{PE + AU}{SS_m} \right)^{1+EX} \right) KG \times F_R \\ \text{-----} S_{i+1} &= (1 - KSS - KG) \left(S_m - S_m \left(1 - \frac{PE + AU}{SS_m} \right)^{1+EX} \right) \end{aligned} \right\} \text{----- (3-12)}$$

□□ 如果 $PE + AU \geq SS_m$ ，则

$$\left. \begin{aligned} \text{-----} RS &= (PE - S_m + S_i) F_R \\ \text{-----} RSS &= S_m \times KSS \times F_R \\ \text{-----} RG &= S_m \times KG \times F_R \\ \text{-----} S_{i+1} &= (1 - KSS - KG) S_m \end{aligned} \right\} \text{----- (3-13)}$$

式中：KSS——自由蓄水库对壤中流的出流系数；

----- KG——自由蓄水库对地下径流的出流系数；

----- FR——时段平均产流面积 $FR = R/PE$ ；

----- SS_m ——自由水最大的点蓄水容量

汇流方案：单位线

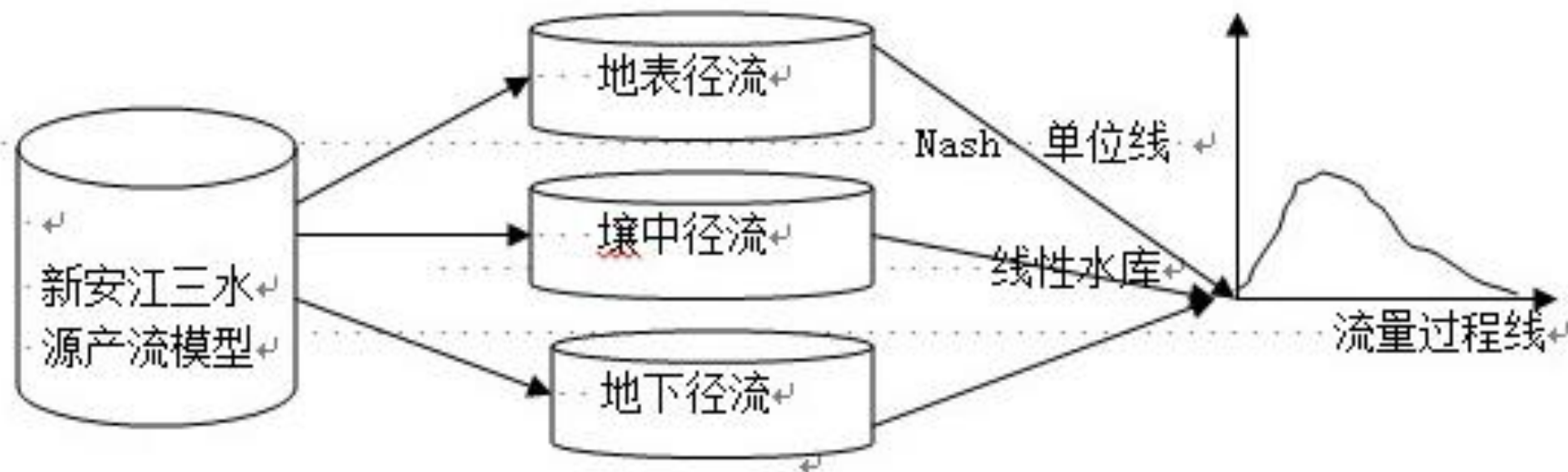


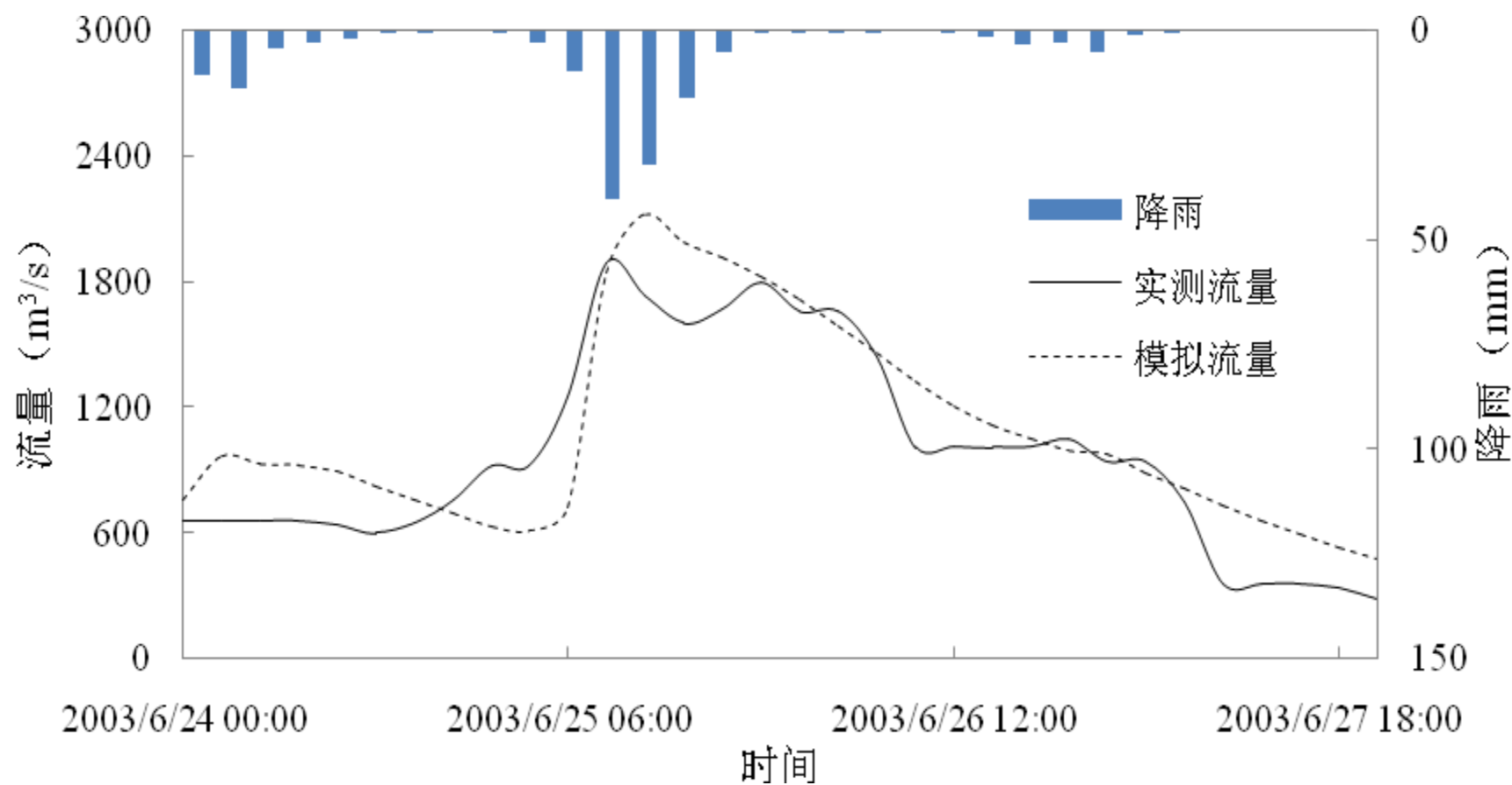
图 3-2 Nash 汇流模型结构示意图

精度评价

统计指标	R ² (%)	RE (%)
率定期		
检验期		

洪号	实测洪峰 (m³/s)	预报洪峰 (m³/s)	相对误差 (%)	峰现时差 (dt)	R ² (%)	RE (%)
19980722	1296.8	1235.5	-4.7	0	94.3	22.5
19990629	1981.1	1595.8	-19.4	-1	89.0	-22.0
20020724	707.3	640.9	-9.4	1	91.0	13.4
20030625	1545.7	1107.2	-28.4	0	90.6	-18.0
20040624	893.9	627.7	-29.8	0	91.2	-6.7
20050903	778.7	778.2	-0.1	0	89.0	-7.7
20060509	917.9	782.2	-14.8	-1	87.9	6.1
20070531	701.2	679.2	-3.1	0	95.4	18.0
20081106	566.1	363.0	-35.9	0	74.6	-35.0
20090630	728.7	777.7	6.7	0	71.0	50.8
20100711	2033.6	1493.3	-26.6	0	95.3	2.7
平均	/	/	DQm=63.6%	DT=100%	88.1	2.2

精度评价



1

背景及意义

2

设计目标

3

设计内容



4

提交材料

提交材料

设计报告书（打印+电子版）

- 封面
- 目录
- 图、表
- 参考文献

源程序（电子版）

- 新安江模型及汇流程序

基本格式要求：字体

字体

- 中文标题：以黑体或其他合适字体
- 中文正文：宋体（或楷体）
- 英文：统一 Times New Roman（包括标题正文中的英文）
- 正文12号字体，标题可以略大

基本格式要求：字体

字体

字体(N) 高级(V)

西文

中文字体(T): 宋体

西文字体(F): Times New Roman

字形(Y): 常规

字号(S): 12

所有文字

字体颜色(C): 自动

下划线线型(U): (无)

下划线颜色(I): 自动

着重号(O): (无)

基本格式要求：段落

正文段落

- 首行缩进2字符
- 1.5倍行距
- 段前段后0磅
- 两端对其

标题段落

- 首行不缩进
- 2倍行距
- 根据标题级别适当增加段前段后间距 (<24磅)

基本格式要求：段落

段落 ? X

缩进和间距(I) 换行和分页(P) 中文版式(H)

常规

对齐方式(G): 居中

大纲级别(O): 1 级 ☐ 默认情况下折叠(E)

缩进

左侧(L): 0 厘米 特殊格式(S): 缩进值(Y):

右侧(R): 0 厘米 (无)

☐ 对称缩进(M)

☐ 如果定义了文档网格, 则自动调整右缩进(D)

间距

段前(B): 0 磅 行距(N): 设置值(A):

段后(E): 0 磅 固定值 18 磅

☐ 在相同样式的段落间不添加空格(C)

☒ 如果定义了文档网格, 则对齐到网格(W)

预览

基本格式要求：图表

图表及其标题

- ❑ 图及图标题均需居中
- ❑ 图标题位于图下，表标题位于表之上
- ❑ 标题建议用正文之外字体并加粗
- ❑ 递进编号，并且必须引用
- ❑ 图表编号使用“引用>题注>交叉引用”（选）

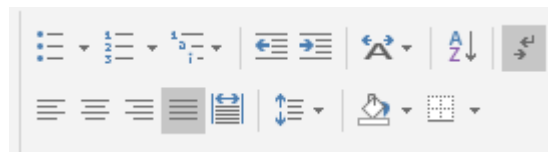
使用交叉引用，并能够生成图表目录有加分！！



基本格式要求：标点及分级

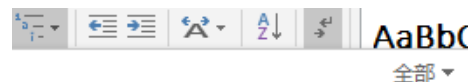
标点符号

- ❑ 杜绝漏用、乱用!!!
- ❑ 杜绝中英文混编!!!
- ❑ 单位变量上下标



标题分级

- ❑ 使用不同级别标题样式
- ❑ 使用列表样式编号



正文中

- ❑ (1) .. (2) ...
- ❑ ①、②; (a), (b)



参考文献

参考文献是文章或著作等写作过程中参考过的文献。准确而谨慎的引用可以为报告提供坚实的基础，从而建立报告的可信性。

样式一：编号

- 正文中
 - 新安江模型^{xxx^[1,2]},
- 文献列表
 - 编号，悬挂缩进

样式二：作者（年）

- 正文中
 - 新安江模型（Zhao, 1956）,
- 文献列表
 - 首字母排序，悬挂缩进

参考文献

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) 是由美国农业部 (USDA) 农业研究中心 (ARS) 研制开发的, 在 SWRRB 模型的基础上吸纳了 CREAMS、GLEAMS、EPIC、ROTO 等模型的优点发展而来, 是一个基于物理过程并能够模拟不同土地利用和多种农业管理措施对流域的水、泥沙、营养物质、杀虫剂等输送迁移影响的分布式流域水文模型^[1], 其独特的分布式结构和运行控制方式使之具有高效连续模拟的优点^[2], 其源代码公开、与地理信息系统结合的前处理等都使得 SWAT 具有旺盛的生命力^[3]。自 1994 年以来, SWAT 经过不断改进和完善, 先后发布了 94.2、96.4、98.1、99.2、2000 等不同版本, 最新版本为 SWAT2005, 并在欧洲、亚洲、非洲等 27 个国家和地区得到了推广和应用^[4]。在美国和欧洲多条流域, SWAT 被广泛应用于农业非点源污染的管理和控制领域, 并取得了较好的效果^[5-6]。国内 SWAT 的应用和研究从 2000 年前后起步, 经过快速发展, 已广泛地用于水量和非点源模拟之中^[7]。SWAT 在西北寒旱区黑河流域^[8-9]、黄河流域^[10]、黄河兰州以上^[11]、汉江褒河上游江口流域^[12]等地区的水量模拟中都取得了较好的结果; 在官厅水库^[13]、潘家口水库^[14]、潮白河流域^[15]等地区的水沙或营养物质模拟中效果也很

参考文献:

- [1]. Neitsch, S L, Arnold, J G, Kiniry, J R, *et al.* Soil and water assessment tool user's manual. Temple: Grassland, Soil and Water Research Laboratory, Agricultural Research Service, 2002. 1-3
- [2]. Neitsch, S L, Arnold, J G, Kiniry, J R, *et al.* Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2000. College Station: Texas Water Resources Institute, 2002. 458-458.
- [3]. Romanowicz A A, Vanclooster M, Rounsevell M, *et al.* Sensitivity of the SWAT model to the soil and land use data parametrisation: a case study in the Thyle catchment, Belgium. *Ecological Modelling*, 2005.187(1): 27-39.
- [4]. 丁飞, 潘剑君. 分布式水文模型 SWAT 的发展及研究动态. *水土保持研究*. 2007. 14(1): 33-37.
- [5]. Santhi C, Arnold J G, Williams J R *et al.* Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources. *Journal of the American Water Resources Association*. 2001, 37(5):1169-1188.
- [6]. Arnold J G, Williams J R, Srinivasan R, *et al.* Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development. *Journal of the American Water Resources Association*. 1998, 34(1):73-89.
- [7]. 庞靖鹏, 徐宗学, 刘昌明. SWAT 模型研究应用进展. *水土保持研究*, 2007, 14(3): 31-35.
- [8]. 王中根, 刘昌明, 黄友波. SWAT 模型的原理、结构及应用研究, *地理科学进展*, 2003, 22(1): 79-86.
- [9]. 黄清华, 张万昌. SWAT 分布式水文模型在黑河干流山区流域的改进及应用. *南京林业大学学报*. 2004. 28(2). 22-26.

参考文献

水既是经济社会发展所必需且无可替代的自然资源，又是生态系统生息繁衍须臾不可或缺的环境要素，还可能是危及生命财产安全与社会安定的致灾因子。随着科学技术的发展和社会财富的积累，人类认识和改造自然的能力不断加强，对自然环境的过度 and 无序干扰的反馈作用也不断增大，使旱涝灾害的孕灾环境从未像今天这样严峻，对社会、经济和环境的破坏作用从未像今天这样强烈，已经威胁到人类自身的生存和可持续发展。与此同时，资源性和水质性水资源短缺形势日益严峻，由此而引起的粮食安全、生态安全、环境恶化和对人民健康的威胁等问题已经成为全球性问题（叶守泽和夏军，2002；胡四一等，2006；Rockström et al., 2009；Reid et al., 2010；Vörösmarty et al., 2010）。在我国，水问题已经成为影响到国民经济快速、平稳发展的一个瓶颈问题，直接关系到全面建设小康社会目标的实现，是构建和谐社会迫切需要解决的重大战略问题（胡四一等，2006；张建云，2010；徐宗学和李景玉，2010；王浩等，2010）。

参考文献

- Abbott M. B., Bathurst J. C., Cunge J. A., O'Connell P. E., Rasmussen J. An introduction to the European Hydrological System — Systeme Hydrologique Europeen, "SHE", 2: Structure of a physically-based, distributed modelling system[J]. *Journal of Hydrology*, 1986a, 87(5): 61-77.
- Abbott M. B., Bathurst J. C., Cunge J. A., O'Connell P. E., Rasmussen J. An introduction to the European Hydrological System — Systeme Hydrologique Europeen, "SHE", 1: History and philosophy of a physically-based, distributed modelling system[J]. *Journal of Hydrology*, 1986b, 87: 45-59.
- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and Drainage Papers 56*[M]. Rome: FAO, 1998.
- Allen R. G., Tasumi M., Trezza R. Satellite-based energy balance for Mapping Evapotranspiration with Internalized Calibration (METRIC)---Model[J]. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 2007, 133(4): 380-394.
- Anyamba A., Tucker C. J. Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981-2003[J]. *Journal of Arid Environments*, 2005, 63(3): 596-614.
- Arnold J. G., Williams J. R., Srinivasan R. Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development[J]. *Journal of the American Water Resources Association*, 1998, 34(1): 73-89.
- Arora V. K. The use of the aridity index to assess climate change effect on annual runoff[J]. *Journal of Hydrology*, 2002, 265(1-4): 164-177.

科技文献报告撰写基本特点

□ 用数据说话，表述明确

- 例子：模拟效果较好 ($NSE=x$, $B=x\%$)
- 如下图→ 如图5。
-

□ 逻辑完整，整体性强

- 独立成体系，该有的都有
- 精炼，有整体性
- 图表一定是必须的
- ...

课设基本要求

- ❑ 端正态度，精益求精。
- ❑ 对自己负责，严禁抄袭！！！！
- ❑ 按时完成：11.11 20:00 之前
- ❑ 成绩
 - 结果正确
 - 报告内容完整，满足基本格式要求
 - 高质量的报告和代码（加分项）

水文预报课程设计

谢谢!