

晋中市水文下垫面对产流的影响分析

高华峰

(晋中市水文水资源勘测分局, 山西 晋中 030600)

摘要: 在其他情况相同的条件下, 分析不同的水文下垫面对产流造成的影响。通过对晋中市水文下垫面的分类, 用公式计算流域的吸收率及导水率, 根据相应的持水度得到主雨历时内的流域损失, 再求出净雨深, 最终通过对净雨深的计算, 分析不同的水文下垫面对产流产生的影响。

关键词: 水文; 下垫面; 产流计算

中图分类号: TV12 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 10-0050-04

Influence analysis of hydrological underlying surface on the runoff generation in Jinzhong City

GAO Huafeng

(Jinzhong Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Jinzhong 030600, Shanxi)

Abstract: In this paper, the influence of different hydrological underlying surface on runoff was analyzed with all other conditions being the same. Based on the classification of hydrological underlying surface in Jinzhong City, the absorption rate and hydraulic conductivity of the watershed were calculated by the formula, the basin loss was obtained according to the corresponding water retention degree, and then the net rain depth was obtained. Finally, with the net rain depth, the influence of different hydrological underlying surfaces on runoff generation is analyzed.

Key words: hydrology; underlying surface; runoff calculation

1 概况

晋中市位于山西省中部, 东依太行山与河北省相邻, 西濒汾河与吕梁市相望, 东北、西北分别与阳泉市、太原市相连, 东南、西南分别与长治市、临汾市接壤, 总面积 16347km², 其中太原盆地平川区 2219km², 山区和丘陵区面积 14128km²。

径流是由降水和水文下垫面共同作用所导致, 除了降水的影响外, 水文下垫面的不同将对产流产生影响, 使得在同量级的降雨量和降雨强度下, 产流机理也将有较大的不同。晋中市主要有平原、山区和丘陵区三种地形, 不同的地形造成

的水文下垫面也不尽相同, 对产流的影响也截然不同。

2 水文下垫面的分类

水文下垫面是径流、泥沙、洪水等水文现象及水文过程发生和演变的载体。在同样降水条件下, 包气带的吸水性能、导水性能、漏水性能及持水性能主导着对降水的再分配和径流形成全过程; 地表的抗侵蚀能力强弱和洪流挟沙能力大小、河道的抗冲刷特性决定着流域产沙量的多少; 地貌与植被则制约着流域汇流过程。一切水文要素都是降水通过水文下垫面产生的终极结

收稿日期: 2016-05-11

作者简介: 高华峰 (1977-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水文监测工作。

果。科学地划分水文下垫面地类,是研究水文规律及解决生产实践问题的重要基础。

水文下垫面要素包括:地理位置、地貌特征(如山地、丘陵、盆地、平原、谷地等)、地形特征(如坡度、坡向)、地质条件(如构造、岩性、水理性质)、植被特征(如类型、分布)、土壤性质等,其中地质条件、地貌和植被是制约水文现象区域分异规律的三大主导因素,也是划分水文下垫面地类区域界限的主要依据。

按地质岩性的水理性能分为变质岩类、灰岩类、砂页岩类、松散岩类。从地貌形态上划分可分为山地、平原和丘地。植被对陆地生态系统水分循环有着重要的调节作用,植被的变化对水文过程的影响实际是改变了水循环的各个环节,影响降水的再分配。植被的类型及结构不同,叶面积指数、树冠结构等也相应不同,致使流域水文的蒸散发、截留量、入渗等都会有很大的差异。山西省晋中市是一个多山的地区,从山麓到山顶由于海拔高度、地形、气候、土壤母质的不同,不同部位的植被类型也不尽相同。根据对产流过程的影响程度,植被分类为森林、灌丛、草坡和农作物四类。

制约产流的主导因子是地质岩性的水理性能,其次为植被和地貌。灌丛与草坡对产流过程的影响非常相近,因此,把灌丛与草坡合并称为灌丛。在划分产流地类时,按主次因子,由岩性~植被~地貌组合得出 12 种产流地类(表 1)。

表 1 产流地类划分成果表			
岩性植被 \ 地貌	山地	丘陵	平地
变质岩灌丛	变质岩灌丛山地		
变质岩森林	变质岩森林山地		
灰岩灌丛	灰岩灌丛山地		
灰岩森林	灰岩森林山地		
砂页岩灌丛	砂页岩灌丛山地		
砂页岩森林	砂页岩森林山地		
松散岩农作物	黄土丘陵沟壑	黄土丘陵阶地	耕种平地
变质岩土石类灌丛	变质岩土石山		
灰岩土石类灌丛	灰岩土石山		
砂页岩土石类灌丛	砂页岩土石山		

3 水文下垫面对产流的影响分析

流域产流计算包括设计洪水净雨深和净雨过程计算两部分。水文下垫面对产流机理的影响主要表现在设计洪水净雨深,不同的水文下垫面会有不同的吸收率和导水率,通过以下计算可以了解水文下垫面对产流机理是如何影响的。

在设计净雨深计算主要采用的是双曲正切模型,其表达式为:

$$R_p = H_{P,A}(t_z) - F_A(t_z) \cdot th \left[\frac{H_{P,A}(t_z)}{F_A(t_z)} \right]$$
 (1)

或 $R_p = \varphi \cdot H_{P,A}(t_z), \varphi = 1 - \frac{1}{x} thx,$
 $x = H_{P,A}(t_z) / F_A(t_z)$ (2)

式中:

- th —双曲正切运算符;
- x —为供水度;
- t_z —设计暴雨的主雨历时;
- $H_{P,A}(t_z)$ —设计暴雨的主雨面雨量, mm;
- φ —洪水径流系数;
- R_p —设计洪水净雨深, mm;
- $F_A(t_z)$ —主雨历时内的流域可能损失, mm;
- A —流域平均值。

流域可能损失用式(3)计算:

$$F_A(t_z) = S_{r,A} (1 - B_{0,p}) t_z^{0.5} + 2K_{S,A} t_z$$
 (3)

式中:

- $S_{r,A}$ —流域包气带充分风干时的吸收率,反映流域的综合吸水能力, mm/h^{1/2};
- $K_{S,A}$ —流域包气带饱和时的导水率, mm/h;
- $B_{0,p}$ —设计频率的流域前期土湿标志(流域持水度)。

多种产流地类组成的复合地类流域,吸收率和导水率分别根据各种地类的面积权重按式(4)及式(5)加权计算。

$$S_{r,A} = \sum c_i \cdot S_{r,i} \quad i = 1, 2, \dots$$
 (4)

$$K_{S,A} = \sum c_i \cdot K_{S,i} \quad i = 1, 2, \dots$$
 (5)

式中:

- $S_{r,i}$ —单地类包气带充分风干时的吸收率, mm/h^{1/2};
- $K_{S,i}$ —单地类包气带饱和时的导水率, mm/h;
- c_i —某种地类面积占流域面积的权重;
- $B_{0,p}$ —某种地类面积与流域面积的权重。

流域下垫面不同,吸收率 $S_{r,i}$ 与导水率 $K_{S,i}$ 也将不同。山西省晋中市产流地类共有 12 种,而每

种产流地类都对应了不同的吸收率和导水率, 详见表 2。

(2) 在盆地, 地下水位埋深对吸收率影响较大, 一旦缺乏这方面的观测资料, 无法做系统分析,

表 2 山西省单地类风干流域吸收率及饱和流域导水率表

地类 \ 参数	S_r			K_s		
	最大值	最小值	一般值	最大值	最小值	一般值
灰岩森林山地	43.0	28.0	35.5	4.10	2.60	3.35
灰岩灌丛山地	35.0	26.0	30.5	3.50	2.30	2.90
耕种平地	27.0	27.0	27.0	1.90	1.90	1.90
灰岩土石山区	25.0	23.0	24.0	1.80	1.60	1.70
砂页岩森林山地	23.0	23.0	23.0	1.50	1.50	1.50
变质岩森林山地	22.0	22.0	22.0	1.45	1.45	1.45
黄土丘陵阶地	21.0	21.0	21.0	1.40	1.40	1.40
黄土丘陵沟壑区	20.0	20.0	20.0	1.30	1.30	1.30
砂页岩土石山区	19.0	19.0	19.0	1.25	1.25	1.25
砂页岩灌丛山地	18.0	18.0	18.0	1.20	1.20	1.20
变质岩土石山区	17.0	17.0	17.0	1.15	1.15	1.15
变质岩灌丛山地	16.0	16.0	16.0	1.10	1.10	1.10

从表 2 中合理选用相应的单地类吸收率 S_r 及导水率 K_s , 然后分别用式 (4) 和式 (5) 计算流域的吸收率 $S_{r,A}$ 和导水率 $K_{s,A}$ 。

将 $S_{r,A}$ 、 $K_{s,A}$ 和 t_z 连同流域持水度 $B_{0,P}$, 代入式 (3), 计算流域可能损失 $F_A(t_z)$ 。根据设计主雨面雨量 $H_{P,A}(t_z)$ 及流域可能损失 $F_A(t_z)$, 用式 (1) 或式 (2) 计算设计洪水净雨深 R_p 。

从式 (3) 中可以知道, 在持水度和主雨历时相同的情况下, 吸收率与导水率的不同, 将导致流域损失不同; 将流域损失带入公式 (1) 或 (2) 中可知, 在主雨量相同的情况下, 流域损失不同, 净雨深则不同, 最终改变其产流机理。

4 结论

(1) 下垫面的空间变异并不像下垫面分区图所标示的那样界限分明, 分区内的下垫面属性也不一定绝对单一, 成图时进行的合并与综合, 掩盖了小流域内部下垫面的分异特征。所以, 下垫面分区图的实用性会随着流域面积的减小而弱化, 野外工作不可或缺。

表列值仅适用于地下水位埋深比较大的区域, 地下水位埋深较小时, 应适当减小吸收率的取值。

(3) 对于广阔低缓山坡, 且覆盖有薄层黄土或黄土斑状分布、基岩零散出露的土石山区, 应该设法确定 (包括估计) 出黄土、基岩露头各自占流域面积的权重, 将其分解为单地类, 然后比照复合地类处理, 以避免机械采用 80% 作为划分石质山地与土石山区指标产生的参数值突变现象。

(4) 对于 12 种地类未能涵盖的下垫面类型, 例如, 采矿区和城市化地区, 由于现实水文站网中没有这些地区的观测资料, 不能具体分析它们的吸收率和导水率, 只能以 12 种地类中的某种地类参数为参考, 综合考虑这些区域的产流特性, 确定吸收率和导水率。煤矿开采区主要分布在砂页岩灌丛山地, 采矿放顶增加了包气带的导水性, 所以, 建议在表列砂页岩灌丛山地参数的基础上, 按采矿面积大小、巷道深浅, 适当加大导水率。城市化地区由于不透水面积加大, 吸水率和导水率都会降低, 建议降低使用表列变质岩灌丛山地参数值。

(5) 灰岩地类, 根据流域漏水情况合理选用参数, 强漏水区选用参数上限或中上值, 中等漏水区选用一般值, 弱漏水区选用下限或中下值。

(6) 设计频率的流域前期土湿标志 $B_{0,P}$ 的变化, 对设计净雨深会产生一定影响, 表列值未考虑土湿沿纬度及高程的变异。实际应用时可以在不超过表列值 $\pm 5\%$ 的范围内调整, 高中山地和半湿润地区可适当提高, 半干旱地区可适当降低。

参考文献:

- [1] 杨丙寅.忻州市不同水文下垫面降雨径流关系特性分析[J].水资源研究,2005.
- [2] 董国强,杨志勇,于赢东.下垫面变化对流域产汇流影响研究进展[J].南水北调与水利科技,2013.
- [3] 李致家,姚玉梅,戴建男,等.利用水文模型研究下垫面变化对洪水的影响[J].水利发电学报,2016.
- [4] 吴林娜.山西水文下垫面分类探讨[J].华北地质矿产杂志,1996.
- (责任编辑:徐丽娜)

(责任编辑:徐丽娜)

