

内蒙古黄河流域水土保持工程水文频率设计模型研究

阎静红, 李 旭, 王海军

(内蒙古水文总局, 内蒙古水利厅, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘 要: 内蒙古黄河流域水土保持工程水文设计模型把水土保持工程设计中水文计算复杂繁琐的过程变的十分简捷。通过研究绘制水土保持工程所需不同频率 24h 降雨等值线图, 将直接应用于水土保持工程设计中, 使工程设计水文计算简便、准确、缩短设计时间, 提高设计水平和效率。

关键词: 水土保持工程; 水文频率; 设计模型

中图分类号: S 157; P 333. 9 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409( 2002) 04-0071-03

Study on the Hydrologic Frequency Design Model of Soil and Water Conservation Works in Inner Mongolian Yellow River Watershed

YAN Jing-hong, LI Xu, WANG Hai-jun

(Central Hydrological Bureau of Inner Mongolia Autonomous Region, Water Resources  
Department of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010010, Inner Mongolia, China)

**Abstract:** The hydrologic frequency design model made the complex hydrologic computation easier in the design of soil and water conservation works in Inner Mongolian Yellow River watershed. Through drawing and studying different frequency 24-hour-rainfall isoline map and applying it to the design of soil and water conservation works, the hydrologic computation in engineering design is made more easy and accurate, the design time is shorter, the design level and efficiency are improved.

**Key words:** soil and water conservation work; hydrologic frequency; design model

内蒙古黄河流域地处干旱半干旱地区, 有黄土丘陵沟壑区、土石山区、风沙区、草原区、砒砂岩区。土壤侵蚀包括水蚀、风蚀、水风复合侵蚀, 侵蚀类型复杂多样。侵蚀大多在强度、极强度和剧烈程度, 是水土流失的重灾区。

该地区土壤贫瘠, 植被条件很差, 平时干旱、大风卷起黄沙形成沙尘天气, 直接影响周边城市。一遇暴雨就形成洪水, 而且峰高时速快, 携带大量泥沙直入黄河, 使黄河个别河段极易形成沙坝, 造成堤岸险情, 影响人民的生活和工农业生产。严重时直接堵塞包钢取水口, 制约该地区的经济发展。多年来各级主管部门十分重视水土保持工作, 特别是西部大开发的实施和内蒙古生态建设力度的加大, 加快了水土流失的治理步伐。水土流失的治理走上了规范化建设的阶段, 前期工作更引起了各级业务部门的重视。但由于黄河内蒙古段地形十分复杂, 各种影响因素之多, 水土流失治理面大量广, 造成水土保持工程在设计中水文计算工作量大, 过程十分繁琐, 又多为重复性的计算。使得一些小流域的水土保持工程规划设计, 特别是水土保持治沟骨干工程设计时, 水文计算需做大量的工作, 占用大量的时间, 同时又极易忽视某种特殊因素的影响, 造成不必要的失误, 影响设计精度。

针对设计中存在的问题, 结合 1996 年国家颁布的《水土保持综合治理技术规范》和《水土保持治沟骨干工程暂行技术规范》, 对黄河流域水土保持工程的水文计算做了一些有益的探索和研究, 提出了水土保持工程的水文频率模型。这种方法把十分复杂的水文计算过程变得简捷, 它的分析计算速度比原来的计算速度提高了很多, 由于对许多参数进行了综合分析研究, 使水文计算的准确性大大提高。这项工作对黄河流域水土保持前期工作和综合治理具有很高的实用价值。

1 内蒙古黄河流域水文特征

1.1 降 雨

黄河流域内蒙古地区多年平均 24 h 的降雨量分布, 黄河左岸狼山地区降雨量在 40 ~ 35 mm 之间, 局部多年平均最大 24 h 降雨 47.1 mm, 最小 24 h 降雨 25.7 mm。乌拉山地区多年平均 24 h 降雨量 60 ~ 40 mm, 局部多年平均最大 24 h 降雨量为 67.8 mm, 最小多年平均 24 h 降雨量 28.1 mm。大青山、恋汗山地区多年平均 24 h 降雨量为 70 ~ 40 mm, 降雨量大于 65 mm 都集中在呼和浩特以北地区, 局部最大多年平均 24 h 降雨量达 92.1 mm, 最小多年平均 24 h 降雨量

\* 收稿日期: 2002-08-25  
作者简介: 阎静红, 女, (1955- ), 河北唐山人, 高级工程师, 内蒙古水文总局水情处副处长, 从事水情管理工作。

为 33.7 mm。浑河水系多年平均 24 h 降雨量 55~50 mm,局部多年平均最大 24 h 降雨量为 60.9 mm,最小多年平均 24 h 降雨量为 40.2 mm。黄河右岸鄂尔多斯高原西部多年平均 24 h 降雨量为 45~35 mm,鄂尔多斯高原北部多年平均 24 h 降雨量为 50 mm,局部最大 24 h 降雨量 54.7 mm,最小 24 h 降雨量为 41 mm,鄂尔多斯高原东部多年平均 24 h 降雨量为 55~50 mm,局部最大 24 h 降雨量 56.0 mm,最小降雨量为 46.5 mm。

1.2 年侵蚀模数分区

(1) 黄河左岸狼山地区的多年平均侵蚀模数为 100~500 t/km<sup>2</sup>。乌拉山地区的侵蚀模数为 500 t/km<sup>2</sup> 左右。大青山地区昆都仑河到水磨沟大部地区侵蚀模数 500~1000 t/km<sup>2</sup>,局部地区五当沟,水涧沟多年平均侵蚀模数 1 000~2 000 t/km<sup>2</sup>。峦汉山地区多年平均侵蚀模数为 1 000~2 000 t/km<sup>2</sup>,局部地区什拉乌素河多年平均侵蚀模数为 2 000~5 000 t/km<sup>2</sup>。清水河地区多年平均侵蚀模数 2 000~5 000 t/km<sup>2</sup>。

(2) 黄河右岸鄂尔多斯高原西部多年平均侵蚀模数为 100~500 t/km<sup>2</sup>,鄂尔多斯高原北部多年平均侵蚀模数为 5 000~10 000 t/km<sup>2</sup>,鄂尔多斯高原东部多年平均侵蚀模数为 10 000~20 000 t/km<sup>2</sup>。

2 水土保持工程水文计算主要技术指标

根据国家颁布的《水土保持综合治理技术规范》和《水土保持治沟骨干工程暂行技术规范》中适合本流域的水土保持工程共分 4 类:

(1) 坡耕地治理的水土保持工程。需要进行水文分析计算是梯田防御暴雨标准,一般采用 10 年一遇 3~6 h 最大降雨。在干旱、半干旱或其他少雨地区,可采用 20 年一遇 3~6 h 最大降雨。根据各地降雨的特点,分别采用当地最易产生严重水土流失的短历时、高强度暴雨。通过降雨-径流-泥沙计算,来确定梯田的断面尺寸。

(2) 荒地治理的水土保持工程。需进行水文分析计算是整地工程。整地工程防御标准按 10~20 年一遇 3~6 h 最大雨量设计。根据各地不同降雨情况,分别采用不同的暴雨频率和当地最易产生严重水土流失的短历时、高强度暴雨。

(3) 小型蓄排引水水土保持工程。需进行水文计算是截水沟和路旁、沟底各项小型蓄引工程。截水沟设计防御暴雨标准按 10 年一遇 24 h 最大降雨。路旁、沟底各项小型蓄引工程的设计标准为 10~20 年一遇 3~6 h 最大降雨量。根据各地不同降雨情况,分别采用不同频率和历时的设计暴雨。

(4) 沟壑治理的水土保持工程。需进行水文计算的工程有沟头防护工程、谷坊、淤地坝、水保治沟骨干工程。

沟头防护工程的防御标准是 10 年一遇 3~6 h 最大暴雨。根据各地不同降雨情况分别采取当地最易产生严重水土流失的短历时、高强度暴雨。谷坊工程的防御标准为 10~20 年一遇 3~6 h 最大暴雨。根据各地降雨情况,分别采用当地最易产生严重水土流失的短历时、高强度暴雨。

淤地坝和治沟骨干工程根据设计频率暴雨推求设计洪水。不同的淤地坝和治沟骨干工程所采用的设计频率不一样,淤地坝和治沟骨干工程设计标准见表 1。

3 水文频率计算及模型

3.1 年最大 24 h 降雨量多年平均值及各设计频率等值线图

(1) 雨量资料。黄河流域年最大 24 h 降雨量多年平均值及频率分析计算的雨量站点共 155 站,其中资料系列在 40 年以上的 34 站,占分析雨量站的 21.9%,30~40 年的 41 站,占分析雨量站的 26.5%,20~30 年的 80 站,占分析雨量站的 51.6%。黄河流域内站点分布密度比较均匀。呼和浩特、包头地区及北部大青山地区密度较大,其他地区亦能满足绘图要求。鄂尔多斯市西部黄河闭流区,基本没有雨量资料,等值线图的走向按趋势分析绘制。

(2) 资料系列代表性分析区内资料系列最长的雨量站为大黑河旗下营站和五当沟东园站,美岱沟大脑包站资料系列 1952~1998 年共 47 年,分析旗下营站 1952~1998 年、1958~1998 年、1968~1998 年、1978~1998 年参数均值及变差系数 *CV* 值,各系列参数值接近,差值幅度在 3.9% 以内。因所引用资料系列代表性较好。不同系列参数分析见表 2。

表 1 水保工程设计标准及所用暴雨				
工程名称		所用标准	暴雨/h	
坡耕地治理	梯田	10~20 年一遇设计	3~6	
荒地治理	整地工程	10~20 年一遇设计	3~6	
小型蓄排工程	截水沟工程	10 年一遇设计	24	
	路旁、沟底小型蓄引工程	10~20 年一遇设计	3~6	
	沟头防护工程	10 年一遇设计	3~6	
	谷坊工程	10~20 年一遇设计	3~6	
沟壑治理工程	小型淤地坝	10~20 年一遇设计,30 年校核	24	
	中型淤地坝	20~30 年一遇设计,50 年校核	24	
	大(二)型	30~50 年一遇设计,50~100 年校核	24	
	大(一)型	30~50 年一遇设计,100~300 年校核	24	

表 2 旗下营站雨量值不同系列参数计算成果表			
资料系列	年数	均值 $\bar{X}$	<i>CV</i>
1952~1998	47	69.6	0.53
1958~1998	40	70.4	0.53
1968~1998	30	69.7	0.52
1978~1998	20	72.3	0.52

(3) 24 h 降雨多年均值变差系数及频率  $P=0.33\%$ 、 $0.5\%$ 、 $1\%$ 、 $2\%$ 、 $3.3\%$ 、 $5\%$ 、 $10\%$ 、 $20\%$  等值线图的绘制采用国内先进的频率分析计算方法,分布线型、经验频率机率格纸、分布参数的初估值、图解延线法( $P=$  )进行适线,相关最好的图解适线法。

据  $P=$  型频率计算方法,分别计算,适线各站参数、均值  $\bar{X}$  及变差系数 *CV*,其中均值  $\bar{X}$  采用计算值,变差系数 *CV* 采用适线值,离差系数 *C<sub>s</sub>* 据适线分析采用  $C_s=2.5CV$ 。根据计算绘制多年平均 24 h 降雨变差系数 *CV* 等值线图。计算各站不同频率值,绘制不同频率的等值线图。多年平均 24 h 降雨  $P=20\%$  等值线图;多年平均 24 h 降雨  $P=10\%$  等值线

图; 多年平均 24 h 降雨  $P = 5\%$  等值线图; 多年平均 24 h 降雨  $P = 3.3\%$  等值线图; 多年平均 24 h 降雨  $P = 2\%$  等值线图; 多年平均 24 h 降雨  $P = 1\%$  等值线图; 多年平均 24 h 降雨  $P = 0.5\%$  等值线图; 多年平均 24 h 降雨  $P = 0.33\%$  等值线图。

由图分析, 黄河流域内蒙古区段年最大 24 h 降雨大青山、乌拉山地区为高值区, 其中呼和浩特北部大青山区及乌拉山区为二个高中心, 呼和浩特至包头市之间为鞍部, 雨量由大青山、乌拉山地区向外递减, 递减梯度较大, 特别是向北、向南递减梯度更大。多年平均年最大 24 h 降雨量由中心的 70 mm 向东递减至卓资县的 50 mm, 向北递减至流域边界的 40 mm, 向南递减至鄂尔多斯市北部的 50 mm, 而鄂尔多斯市东胜区以南又略超高, 向西递减至阿盟边界 35 mm。变差系数  $CV$  高值区在呼市北部大青山区, 由此向周围递减, 向南至鄂尔多斯市东胜区以南又略趋高。

### 3.2 暴雨递减指数

统计分析有自记雨量的 68 站, 有年最大 1 h、3 h、4 h、6 h 雨量。计算各站各历时年最大降雨量多年均值, 在双对数格纸上点绘分析, 计算出暴雨量随时间的递减指数  $n$ , 并绘制等值线图。

和暴雨量等值线图相反, 递减指数  $n$  值在大青山地区的

$n$  值区, 呼和浩特北部大青山区为 0.6 的低中心, 向外递减增至 0.7。至巴盟狼山山区和阿盟边境增至 0.75。

### 3.3 多年平均年侵蚀模数分区

据 22 个水文站的历年侵蚀模数资料, 计算各站多年平均侵蚀模数, 点绘侵蚀模数分区图。资料系列最长的为鄂尔多斯市纳林川沙圪堵水文站(1963 ~ 1998 年)计 36 年。资料系列在 15 年以上的有 15 站, 占分析站数的 68.2%。

侵蚀模数最大的为鄂尔多斯市南部窟野河和纳林川达 10 000 ~ 20 000 t/a, 其次是鄂尔多斯市北部 10 大孔兑在 500 ~ 10 000 t/a, 乌盟黄河流域大部在 1 000 ~ 2 000 t/a, 巴盟狼山地区及鄂尔多斯市西部, 由于年降雨量较少, 侵蚀模数较小, 狼山地区在 100 ~ 500 t/a, 鄂尔多斯市西部在 100 t/a 以上。

通过研究绘制的不同频率降雨等值线图和侵蚀模数等值线图, 将直接应用于水土保持工程设计中, 使工程设计水文计算简便、精确, 缩短设计时间, 提高设计水平。并将决定着水土保持各项工程和生物措施的配置与布局, 特别是侵蚀模数的等值线图, 将使水土保持工作由定性转向定量, 为水土流失的监测提供基础依据, 将使水土保持科技含量提高, 使水土保持综合治理水平上一个台阶。

(上接第 70 页)

测预报。除采取工程措施外, 还可进行植树造林等综合治理措施, 如通过恢复地表植被, 改善生态环境, 治理水土流失, 以减小泥石流、滑坡、崩塌等坡面灾变发生频率和强度。

(3) 区域地下水位下降、地面沉降、岩溶塌陷和地裂缝等与城市超采地下水有关。因此, 为了保护地下水资源, 防止地下水过量开采, 就必须加强地下水科学研究和监测工作。要研究开采条件下地下水资源的评价和水环境问题, 制定合理开发利用地下水的规划, 建立统一的地下水位、水量和水质以及地面变形的监测网站, 及时掌握和预报地下水的动态变化, 为保护地下水资源和水环境提供科学的依据。此外, 要利用大气水、地表水和地下水相互循环转化以及地下水运动缓慢的特点, 充分蓄积天然降水, 多渠道引蓄洪水, 回灌补给地下水, 有条件的地方可修建地下水库, 从而达到涵养水源, 有参考文献:

[ 1 ] 朱大奎. 环境地质学[ M ]. 北京: 高等教育出版社, 2000.  
[ 2 ] 人民教育出版社地理社会室编. 地理[ M ]. 北京: 人民教育出版社, 2000.  
[ 3 ] 范宝俊主编. 中国自然灾害与灾害管理[ M ]. 哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 1998.  
[ 4 ] 赵惠君. 城市水利环境问题及对策[ J ]. 长江职工大学学报, 2001, 18( 2 ): 13- 15.  
[ 5 ] 叶东明. 增强全民地质环境保护意识, 减少人民生命财产损失[ N ]. 中国地质矿产报, 1998-12-22.  
[ 6 ] 杨计申. 环境地质及环境工程地质问题[ M ]. 水利水电工程设计, 1996, 56( 4 ): 49- 52.  
[ 7 ] 黎青宁. 地面变形地质灾害问题[ J ]. 水文地质工程地质, 1990, 17( 4 ): 32- 34.  
[ 8 ] 靳长兴. 论坡面侵蚀的临界坡度[ J ]. 地理学报, 1998, 53( 2 ): 45- 48.  
[ 9 ] 闫满存. 广东沿海陆地主要地质灾害及其控制因素分析[ J ]. 地质灾害与环境保护, 2000, 11( 3 ): 23- 26.  
[ 10 ] 张梁. 地质灾害灾情评估理论与实践[ M ]. 北京: 地质出版社, 1998.  
[ 11 ] 地质矿产部环境地质研究所. 环境地质论文集[ M ]. 北京: 地震出版社, 1993.  
[ 12 ] 蒋傅等. 工程地震学概论[ M ]. 北京: 地震出版社, 1993.

效控制利用水资源的目的。

(4) 沿海三角洲和滨海平原地区, 应严禁大量抽取地下水, 以防超采引起地下水大幅度下降, 导致海水入侵而污染地下水, 造成环境公害。对此, 加强地下水开采的宏观调控作用, 根据水资源条件, 规划地下水开采层位、压缩地下水开采量、合理调整开采方式和开采井的布局, 实施地下水动态监测。地下水开采, 必须做好勘查试验工作, 并严格按照允许开采量进行开采, 抽排地下水时, 要作好防范工作。

### 3.4 加强科普宣传教育工作, 提高全民的减灾防灾意识

通过各种途径, 积极开展防灾、减灾的宣传、普及教育, 提高公众的环境保护意识和减灾意识, 调动全社会的力量, 开展和做好“以人为本, 预防为主, 群策群力, 防治结合”的防灾、减灾工作。