

适配河流输沙量的流域水土保持措施

田志伟¹ 丁鸣鸣² 冷慧梅¹

1. 南京市水利规划设计院股份有限公司 江苏南京 210008

2. 南京市水务局 江苏南京 210003

摘要: 适配河流输沙量的流域水土保持措施配置方法, 流程科学, 操作性强, 根据本方案确定的流域水土保持措施配置方案, 可以充分协调流域治理与河流输沙量的关系。

关键词: 河流输沙量; 流域水土保持措施; 配置方法

Water and soil conservation measures in the basin adapted to river sediment transport

Zhiwei Tian¹, Mingming Ding², Huimei Leng¹

1. Nanjing water conservancy planning and Design Institute Co., Ltd. Nanjing Jiangsu, 210008

2. Nanjing Water Affairs Bureau, Nanjing, Jiangsu, 210003

Abstract: the allocation method of water and soil conservation measures in the basin that adapts to the river sediment discharge is scientific and highly operational. The allocation scheme of water and soil conservation measures in the basin determined according to this scheme can fully coordinate the relationship between basin governance and river sediment discharge.

Keywords: river sediment discharge; Water and soil conservation measures in the basin; Configuration method

前言:

流域治理是推动生态文明的核心动力, 而流域治理的首要任务是水土保持措施的科学布局。传统流域治理规划中, 水土保持措施布局以追求土壤流失量最小为目标, 忽视了河流对输沙量的需求。对于健康河流而言, 维持一定的输沙量是必须的。如对于黄河来讲, 输沙量的快速下降会威胁到下游堤防安全, 也会造成三角洲萎缩, 影响黄河三角洲的生态平衡。

因此, 亟需开发出以河流输沙量目标为导向的流域水土保持措施配置方法, 充分协调流域治理与河流输沙量的关系, 推进流域治理提质增效。

一、技术方案

适配河流输沙量的流域水土保持措施配置方法, 解决了现有技术中存在的流域治理规划中忽视河流输沙量的需求, 导致下游的堤防安全出现危机的问题, 通过该方法确定的水土保持措施配置方案, 可以充分协调流域治理与河流输沙量的关系。

适配河流输沙量的流域水土保持措施配置方法, 具

体包括以下步骤:

步骤1, 根据正、负地形、土壤分布范围及厚度, 确定梯田的地域适宜性等级;

步骤2, 根据气候分区、土质特征确定林地的地域适宜性等级;

步骤3, 基于植被覆盖度变化特点, 确定不同的植被覆盖度情景;

步骤4, 根据步骤1、2、3, 确定多种水土保持坡面措施组合方式, 计算每种组合方式下的坡面土壤侵蚀量 T_s ;

步骤5, 给出目标河流输沙量, 根据步骤4的坡面土壤侵蚀量计算结果, 确定每种组合方式下的参考淤地坝系数数量;

步骤6, 对比治理情景和流域现有水土保持措施配置, 确定流域水土保持措施配置方案。具体如下:

步骤1中的梯田的地域适宜性等级采用下述办法确定:

根据流域数字高程模型, 确定正地形和负地形范围,

负地形赋值为等级4；土层厚度小于1m的正地形赋值为等级3；土层厚度大于等于1m的正地形，坡度小于等于15°的赋值为等级1，坡度大于15°的赋值为等级2。

步骤2中的林地的地域适宜性等级采用下述办法确定：

根据气候特征，将流域划分为湿润区和干旱区，根据土质特征将流域划分为土石山区和其他地区。湿润区的土石山区等级为1，湿润区的其他地区等级赋为2，干旱区的土石山区等级为3，干旱区的其他地区等级赋为4。

步骤3中的植被覆盖度情景采用下述办法确定：

首先根据地貌、坡度以及气候分区特征对流域进行生态单元划分，每个生态单元的生态环境接近，统计每个生态单元的95%分位数的植被覆盖度值作为该单元的植被恢复潜力；使用长序列的归一化植被指数计算流域植被恢复速度，根据流域植被覆盖度现状和恢复速度，分别确定不同年份后以及植被恢复潜力状态下的植被覆盖度，作为植被覆盖度情景。

步骤4的实施办法为：

根据步骤1、2、3，确定多种水土保持坡面措施组合方式，然后计算每种水土保持坡面措施组合方式的坡面土壤侵蚀量 (T_s)，坡面土壤侵蚀量采用如下公式(1)进行计算：

$$T_s = AM_s \quad (1)$$

其中， M_s 为坡面土壤侵蚀模数，A为流域面积；坡面土壤侵蚀模数使用修正通用土壤流失方程计算，如下公式(2)所示：

$$M_s = RKSLCP \quad (2)$$

其中， M_s 是坡面土壤侵蚀模数，单位为： $t/(hm^2 \cdot a)$ ；R是降雨侵蚀力因子，单位为： $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h \cdot a)$ ；K是土壤可蚀性因子，单位为： $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；S是坡度因子；L是坡长因子，C是作物覆盖-管理因子，P是水土保持措施因子，对于梯田，P值取0.12。

对于林地和草地，当植被覆盖度小于5时，C取值为1，当植被覆盖度大于等于5时，草地C因子计算公式为：

$$C_{grass} = e^{-0.0418(V-5)} \quad (3)$$

林地C因子计算公式为：

$$C_{forest} = e^{-0.0085(V-5)^{1.5}} \quad (4)$$

公式(3)、(4)中， C_{grass} 为草地作物覆盖-管理因子， C_{forest} 为林地作物覆盖-管理因子，V为植被覆盖度，%

根据归一化植被指数进行计算。

二、附图说明

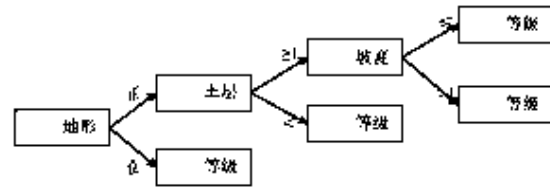


图1 梯田地域适宜性等级划分办法

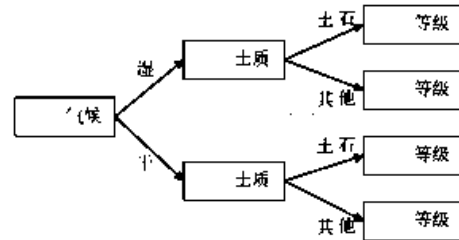


图2 林地地域适宜性等级划分办法

三、具体实施方式

适配河流输沙量的流域水土保持措施配置方法，其特征在于：具体包括以下步骤：

收集流域内的数字高程模型、土壤分布范围及厚度、气候分区、土质特征、归一化植被指数以及现有水土保持措施等数据。

步骤1，根据流域数字高程模型，提取流域的正地形和负地形范围，并将负地形赋值为等级4。对于正地形，根据土层厚度继续划分为两个子类，对于土层厚度小于的正地形赋值为等级3。根据数字高程模型，提取坡度并将坡度分为小于等于15°和大于15°两个等级，土层厚度大于等于1m的正地形，坡度小于等于15°的赋值为等级1，坡度大于15°的赋值为等级2，形成梯田的地域适宜性等级图，如图1所示。

步骤2，根据流域气候特征，将流域划分为湿润区和干旱区，根据土质特征将流域划分为土石山区和其他地区。将湿润区的土石山区定级为等级为1，湿润区的其他地区等级赋为等级2，干旱区的土石山区等级为3，干旱区的其他地区等级赋为4，形成林地的地域适宜性等级图，如图2所示。

步骤3，根据地貌、坡度以及气候分区特征将流域划分为多个生态单元，统计每个生态单元的95%分位数的植被覆盖度值作为该单元的植被恢复潜力。使用长序列的归一化植被指数计算流域植被恢复速度，如下公式(1)所示：

$$VVS = Median\left(\frac{NDVI_{t_j} - NDVI_{t_i}}{t_j - t_i}\right) \quad (1)$$

其中, VVS为植被恢复速度, Median表示取中位数, $NDVI_t$ 和 $NDVI_{t_1}$ 分别为 t_1 时刻和 t_2 时刻的归一化植被指数值。

根据流域植被覆盖度现状和恢复速度, 分别确定不同年份后以及植被恢复潜力状态下的植被覆盖度, 作为植被覆盖度情景。

步骤4, 根据步骤1、2、3, 确定多种水土保持坡面措施组合方式, 然后计算每种水土保持坡面措施组合方式的坡面土壤侵蚀量(T_s), 坡面土壤侵蚀量采用如下公式(2)进行计算:

$$T_s = AM_s(2);$$

其中, M_s 为坡面土壤侵蚀模数, A为流域面积; 坡面土壤侵蚀模数使用修正通用土壤流失方程计算, 如下公式(3)所示:

$$M_s = RKSLCP(3);$$

其中, M_s 是坡面土壤侵蚀模数, 单位为: $t/(hm^2 \cdot a)$; R是降雨侵蚀力因子, 单位为: $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h \cdot a)$; K是土壤可蚀性因子, 单位为: $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$; S是坡度因子; L是坡长因子, C是作物覆盖-管理因子, P是水土保持措施因子。

步骤4中, 对于林地和草地, 当植被覆盖度小于5时, C取值为1, 当植被覆盖度大于等于5时, 草地C因子计算公式为:

$$C_{grass} = e^{-0.0418(V-5)} \quad (4);$$

林地C因子计算公式为:

$$C_{forest} = e^{-0.0085(V-5)^{1.5}} \quad (5);$$

公式(4)、(5)中, C_{grass} 为草地作物覆盖-管理因子, C_{forest} 为林地作物覆盖-管理因子, V为植被覆盖度, %。对于梯田P值取0.12。

步骤5, 给定河流输沙量目标值(T_r), 调查地表取水与水库拦沙量(T_h), 则淤地坝的目标拦沙量(T_c)计算公式为:

$$T_c = T_s - T_h - T_r \quad (6)$$

根据淤地坝的目标拦沙量和参考淤地坝系得定义, 确定每种水土保持坡面措施组合方式下的参考淤地坝系数数量。

步骤6, 将满足河流输沙量的多种水土保持坡面措施配置和参考淤地坝系布设数量作为备选配置方案, 调查流域的现有水土保持措施配置, 将与现有水土保持措施配置最接近的备选配置方案作为流域水土保持措施配置方案。

实施例:

2000年以来, 由于黄河中游地区大规模的生态建设活动, 使得黄河潼关水文站的输沙量急剧减少, 本方案以黄河头道拐-潼关区间为例, 确定该地区适配潼关水文站输沙量的水土保持措施配置方案。

首先根据正地形和负地形范围、坡度以及土层厚度, 确定黄河头道拐-潼关区间梯田的地域适宜性等级, 其中梯田地域适宜性等级为1级的面积为4.56万 km^2 , 2级面积为2.04万 km^2 , 3级面积为0.69万 km^2 , 4级面积为22.35万 km^2 , 比例分别为15.41%、6.89%、2.31%以及75.39%。

根据气候特征与土质特征确定黄河头道拐-潼关区间林地的地域适宜性等级, 其中林地地域适宜性等级为1级的面积为5.49万 km^2 , 2级面积为6.83万 km^2 , 3级面积为5.10万 km^2 , 4级面积为12.23万 km^2 , 比例分别为18.51%、23.03%、17.20%以及41.26%。根据植被恢复潜力和植被恢复速度, 确定了2020年、2040年以及植被恢复潜力状态3种植被恢复情景, 三种情景下植被覆盖度分别为0.69、0.79、0.84。

根据梯田与林地的地域适宜性等级以及植被恢复情景, 形成多种治理措施组合, 并计算每种组合措施下的坡面土壤侵蚀模数, 乘以黄河头道拐-潼关区间面积, 可计算出坡面土壤流失总量。

给定黄河输沙量的目标值为3亿t。黄河头道拐-潼关区间水库与引水取沙量每年为1.76亿t, 则用坡面土壤总流失量减去1.76亿t, 再减去3亿t的输沙量目标值, 得到淤地坝需要的拦沙量。

四、结束语

适配河流输沙量的流域水土保持措施配置方法, 流程科学, 操作性强, 根据本发明确定的流域水土保持措施配置方案, 可以充分协调流域治理与河流输沙量的关系。

参考文献:

- [1]景可, 焦菊英, 李林育, 张世杰. 输沙量、侵蚀量与泥沙输移比的流域尺度关系——以赣江流域为例[J]. 地理研究. 2010(07)
- [2]景可, 师长兴. 流域输沙模数与流域面积关系研究[J]. 泥沙研究. 2007(01)
- [3]张勇. 试论水土保持在推进黄河流域生态保护和高质量发展的作用[J]. 陕西水利. 2020(06)
- [4]闫琴. 试论黄河流域水土保持生态工程监督管理的保障措施[J]. 农业技术与装备. 2010(22)