环境资源

洪水中氮素含量的时空变化规律研究

王 志 强

(太原工业学院环境与安全工程系，山西 太原 030008)

摘 要： 以2004年大同市御河河道流经的洪水为研究对象，对其流量、含沙量、氮素含量做了测定和比较，研究结果表明：洪水中上清液中的氮素含量远远小于下层泥沙中的氮素含量，洪水中所含氮素含量伴随含沙量的多少而增减，增减规律近似呈现线性关系，这一研究成果为有效利用洪水提供了重要依据。

关键词： 洪水；流量；含沙量；氮素含量

中图分类号： TV141 文献标识码： A 文章编号： 2095-0802-(2015)12-0087-02

DOI:10.16643/j.cnki.14-1360/td.2015.12.043

Study on Temporal and Spatial Variation of Nitrogen Content in Flood

WANG Zhiqiang

(Department of Environmental and Safety Engineering, Taiyuan Institute of Technology, Taiyuan 030008, Shanxi, China)

Abstract: Towards the research on flood water of Yuhe River in Datong city during 2004, this paper measured and compared their discharge, sediment concentration, nitrogen content. The result showed that the nitrogen content of the sediment is greatly larger than that of supernatant fluid. The toatl nutrient of floods increases as the sediment concentration increases, and there is nearly a linear relationship between them, the result offers impotant reference to the feasibility of effective use of flood.

Key words: floods；discharge；sediment concentration；nitrogen content

0 引言

为了缓解水资源危机，充分利用雨季洪水目前正逐步成为一种关键举措。一是利用其水质，即利用雨季洪水所携带的营养成分来提供农作物所需肥料；二是利用其水量，从而满足作物对土壤含水量的要求。对于农业灌溉来说，更加有意义的是前者。通过测定与比较御河河道夏季洪水中的氮素含量、流量及含沙量，探求它们彼此的相互变化规律，为有效利用洪水提供参考依据。

河流经过常年对岩石的冲刷，积累了大量化学成分；人类生产和使用氮及其它含氮化合物之类的合成化肥，其中一部分会流失到水圈中；雷电能产生NO_x，是雨水中产生硝酸盐氮的主要来源，最终流入河道。除此之外，降雨径流也会把地表表层的各种含氮化合物带入河流。河道洪水中氮的载体主要是三部分：上层漂浮物、底层泥沙及上清液，主要是上清液和底层泥沙。

1 项目概况

大同市所属御河流域多年平均水面蒸发量约1 152.1 mm，多年平均降水量约384 mm，多年平均气温是6.5 ℃，多年平均径流总量为1.53×10^8 m^3，多年平均输沙量是520×10^4 t，多年平均含沙量为34.1 kg/m^3。河道内泥沙较多，主要来自御河支流淤泥河及十里河。水土流失较为严重，夏季洪水大多是暴雨型洪水，历时短，暴涨暴落，百年一遇的洪水洪峰流量达到2 073 m^3/s。

御河是海河主要支流桑干河的一级支流，总长155 km左右，河道平均纵向坡度是0.3%，河底的粗糙度是0.03。河道呈现弯曲型和宽浅式的游荡型，沙质河床土壤。流域面积约为5 001.7 km^2，平均长度为72 km，平均宽度为32 km，流域面貌呈扇型，流域总体上呈现西北高东南低，高程约为1 000 m～2 000 m。

2 试验设计方案

当雨季洪水来临后，由指定实验人员在山西省大同市御河管理处所属孤山水文站定期采集该次洪水水样，并现场对洪水流量进行测定，将水样取回御河实验站，依次对含沙量和氮素含量进行测定。

2.1 洪水水样提取

a) 提取步骤。当洪水流经水文站，隔3 h取水样一次，每个水样提取两桶，每场洪水要求提取至少5个水样；b) 提取方法。先把专用取水器放入水面下

收稿日期：2015-10-30

作者简介：王志强，1982年生，男，山西孝义人，2006年毕业于太原理工大学环境工程专业，硕士，讲师。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

方，约水深一半处，保证水样均匀无损的前提下，将样品盛于25 kg容量的白色塑料桶内；c) 提取水样后及时测定流速，计算出洪水即时流量。

2.2　测定洪水中的含沙量

a) 测定方法。分别称出同一个水样两个样品的净重，依次记为m_1和m_2，静置2 d～3 d，根据虹吸原理，取一个橡胶管，分别深入桶内水面下方，稳妥地将静置后形成的上清液移出塑料桶。取其一部分存于棕色玻璃瓶内，借以测定上清液中的氮素含量，剩下倒掉。然后，依次将两个水样桶内的底层泥沙移入塑料盆内，保证无损耗，将其静置1 d，倒掉上清液，将两个塑料盆内沉积泥沙的净重称取出来，分别记为m_3和m_4，并分别标记为A盆和B盆，将A盆中的泥沙置于通风、干燥处，自然荫干，借以测定底层泥沙的氮素含量；同时将B盆中的泥沙毫无损耗地转入白瓷盘，将其用烘箱在105 ℃烘干，借以测定洪水的含沙量；b) 含沙量的计算。经过烘箱烘干，称量白瓷盘剩余干泥沙的重量，记为m_5，以上所有量的单位为g。根据物质守恒规律，则含沙量ρ(%)为：

$$\rho=m_5\times(m_3+m_4)/m_4/(m_1+m_2)\times100\%。\quad(1)$$

2.3　测定洪水中的氮素含量

洪水中的氮素含量包括两个部分，分别为上清液和底层泥沙的氮素含量，前者采用之前虹吸出的水进行测定，后者采用A盆中风干的泥沙进行测定。采用开氏法测氮素含量，上清液中所含氮素含量测定结果记为W_s，底层泥沙所含氮素含量的测定结果记为W_x，二两者都用百分数单位表示，结合刚才算出的含沙量ρ，计算出洪水中的氮素含量如下，记为W_h：

$$W_h=[\rho\times W_x+(1-\rho)\times W_s]\times100\%。\quad(2)$$

3　洪水所含氮素含量的变化规律

3.1　一场洪水中氮素含量随洪水流量的变化关系

一场洪水是指暴雨来临后形成的瞬时流量较大的洪水，通过取样，获取洪水水样，测定其流量和氮素含量，总共测定了9个水样的相关数据，得出如下曲线关系，见图1。

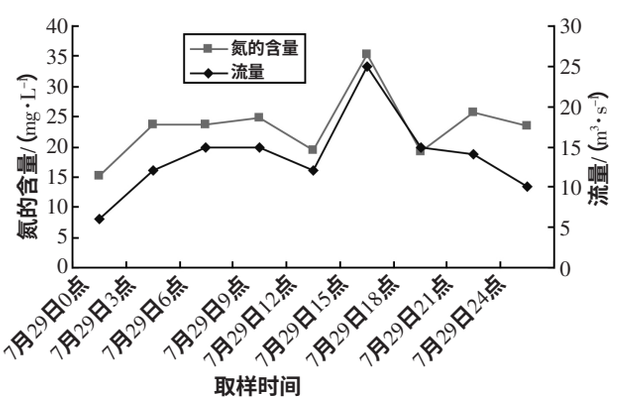

图 1　2004 年 7 月 29 日某场洪水中氮携带量随流量的变化曲线

从上图可以看出，洪水中的氮素含量伴随着洪水流量的增大而增大。分析其原因，当大暴雨来临，洪水流量达到最大，此时，水流对表层土质的冲刷能力增强，从而，为河道提供了更多的氮素；雨水也溶解了部分氮素，流入河道。总之，当洪水流量最大时，氮素含量也达到最大值。

3.2　氮携带量与含沙量的变化关系

通过取样，获取洪水水样，测定其含沙量和氮素含量，总共测定了9个水样的相关数据，得出曲线关系如图2。

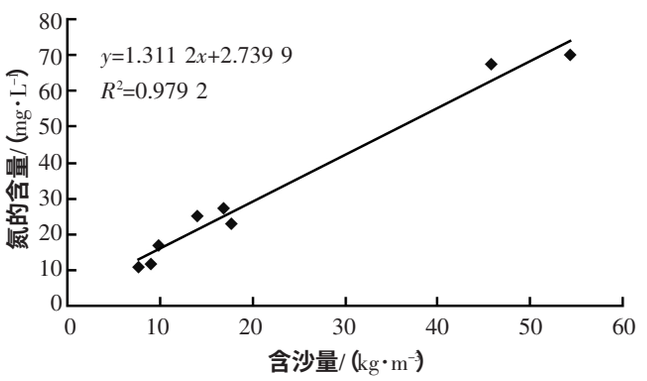

图 2　2004 年 7 月 29 日某场洪水中氮携带量随含沙量的变化曲线

从上图可以看出，氮素含量随含沙量的增大而增大，并且近似呈线性关系，含沙量的增大放映了流域水土流失加剧，因而氮含量必然增大。

3.3　7月　8月洪水中氮素含量与流量的变化关系

此次总共对比测定了15个水样的相关数据，得出曲线关系如图3。

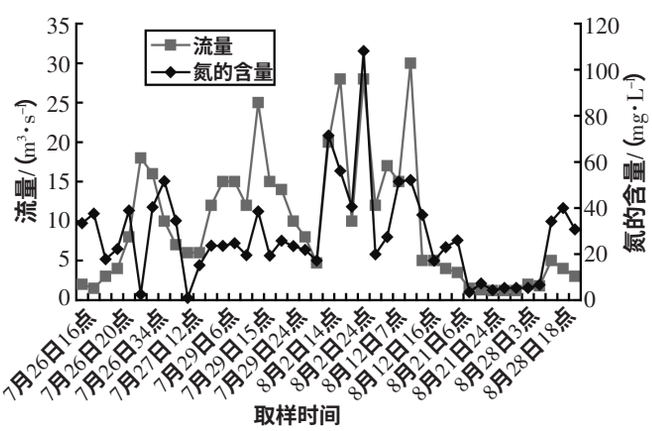

图 3　2004 年 7 月、8 月洪水中氮携带量随流量的变化曲线

由上图看出，氮素含量与洪水流量具备较好的相关度，氮素含量的每一个峰值都对应一个洪峰，与单场洪水的变化规律相吻合。纵观全年，起初氮素含量的峰值较大，后逐渐变小，原因为：在河道枯水期，地面表层聚集了大量疏松的携带氮素的物质，丰水期

(下转 96 页)

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

向东至马湾注入河南省济源市，该区位于县城最南部，包括小浪底库区及其周围，小浪底水库垣曲库面积达130 km²，为华地区最大的“人造内陆湖”。该区域地貌以河谷川地为主，区内沟壑纵横、地形复杂，中北部有小范围的侵蚀堆积丘陵，该区生态系统服务功能为生物多样性和生态环境保护。该区现存的主要生态环境问题是：a) 小浪底水库库区周围植被稀少，黄土裸露，水土保持能力极差，雨季泥沙直接注入水库，影响了库区生态环境和生物多样性；b) 地质灾害频发，类型多为滑坡、崩塌，形成多处不稳定斜坡。

生态系统保护措施及发展方向：a) 要在区内荒山规划水土保持林，加大库区周围的水土流失整治力度，吸引民营资金和引导当地农民种植干果经济林，发展特色品种植和深加工，提高本区植被覆盖率；b) 依托该区丰富的旅游资源，以其深厚的历史文化底蕴和生态文化价值为特色，以古城国家级湿地公园建设项目为契机，充分利用湿地及其周边的自然资源和景观资源，以保护景区物种多样性为前提，大力发展生态游，小浪底水利枢纽风景区在清淤、防洪、泄洪和发电的基础之上，逐步发展为实体经济与旅游产业相结合的生态新区。

7　结语

垣曲县生态环境保护工作得到了长足发展，在做好对以上生态功能区治理和修复的基础上，应全面实施可持续发展战略，完善相关法律法规，落实环境保护的基本国策，加大对重点污染源的治理和监管力度；政府坚持规划发展循环产业园区，以提高经济效益、减少环境污染；要依据各个功能区现有条件，在保护生态环境的前提下，引导当地农民合理发展特色种植业、养殖业及旅游业等产业经济，走具有山区特色的生态乡村建设道路；要加强宣传工作，多途径、多方式宣传，走全民建设生态县城之路。

注：本文参考了《垣曲县土地利用总体规划（2006–2020年）》

参考文献：

[1] 石多多.自然生态保护管理手册 [M] .北京：中国环境科学出版社，2005.

（责任编辑：季　鑫）

（上接 88 页）

来临的初期几次降水，带来的地表径流将其冲入河道，因此，氮素浓度较高；河道中泥沙随水流逐渐流向下游，在丰水期后期，降水带来的地面径流能带走的泥沙逐步减少，所以，尽管后来降水强度增大，但洪水氮素含量及含沙量却逐渐减少。

具体来讲，曲线呈现几个阶段如下：

a) 初期，只有融冰带来的较小径流，洪水流量很小，对地表冲刷较弱，氮含量主要是溶解于冰层的一小部分，所以，氮素含量很低；

b) 雨季首场洪水来临，属于降水径流，流域内的表层土壤被雨水所冲刷，即水土流失，含沙量逐渐增大，所以，氮素含量逐渐增大；

c) 7月底当地普降暴雨，导致暴雨径流，流域内含有较多裸露的山地，且表土干燥，容易被雨水冲刷，当暴雨来临，加剧土壤流失，洪水流量极大值时，河道瞬时具备极大含沙量。氮素含量呈现全年极大值；

d) 8月底洪水来临，经过初期降雨径流，地表湿润，流域内土壤可蚀性下降，含沙量急剧下降，氮素含量随之下降。

3.4　年内各场洪水氮携带量与含沙量的关系

通过取样，总共对比测定了15个水样的相关数据，得出曲线关系如图4。

由上图得出，纵观全年，含沙量增大，氮素含量也随之增大，曲线反映出二者存在线性关系。洪水中的氮素含量大部分来自底层泥沙，所以含沙量的高低直观反映出氮素含量的高低。

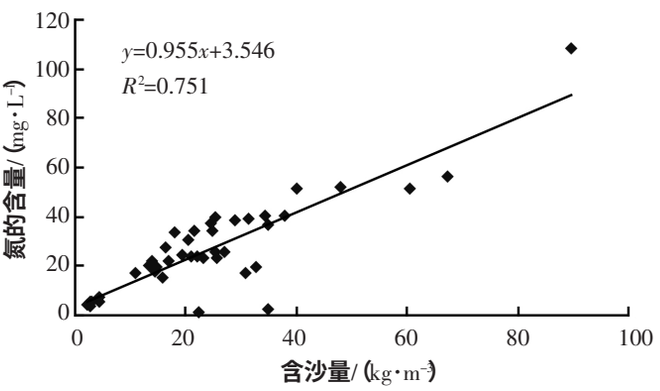

图 4　2004 年全年洪水中氮携带量随含沙量的变化曲线

4　结语

通过对一场洪水和年内不同场次洪水过程做分析，得出彼此的相互变化关系。一场洪水中，氮素含量随着径流过程和流量的增大而增加，与含沙量大小呈现出近似线性关系；纵观全年过程的洪水，氮素含量紧跟洪水流量和含沙量起伏变化，和洪水流量、含沙量同时出现极大值；纵观整个汛期，洪水流量及洪水含沙量逐渐减小，氮素含量也随之逐渐减少。如果将来再通过分析，计算出进入田间地头的洪水所含氮素的总的补给量，考虑上氮肥价格，就能估算出引用洪水来灌溉所产生的经济效益，从而验证和推广有效利用洪水的实用性。

（责任编辑：季　鑫）

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net