**附件1：**

**简明摘要投稿格式要求及模板**

1.摘要字数要求300左右之间；

2.参考模板见下页。

砒砂岩区典型小流域复合侵蚀动力特征分析

\*\*\*1,2 ，\*\*\*1 ，\*\*\*2 ，\*\*\*1

（1. 黄河水利科学研究院 水利部黄土高原水土流失过程与控制重点实验室，河南 郑州 450003；2. 中国科学院 教育部 水土保持与生态环境研究中心，陕西 杨凌 712100）

**摘要：**以鄂尔多斯高原砒砂岩区水力、风力、冻融交错侵蚀作用为研究对象，选择准格尔旗二老虎沟小流域作为研究流域，对侵蚀环境参数进行定位观测，统计分析水力、风力、冻融作用的年内变化过程。采用数据标准化后的层次分析法，揭示水力-风力-冻融交错作用过程，辨识高侵蚀风险发生的时阈及动力交错模式。研究表明：砒砂岩区复合侵蚀作用可分为风冻交错、风水交错和风水冻交错三个典型动力组合模式，风水交错侵蚀是该地区的主要侵蚀模式；砒砂岩区年内存在三个高侵蚀风险期，即风-冻融交错侵蚀期（2月上旬至3月中下旬），风-水交错侵蚀期（6月中上旬至8月中下旬），水-风-冻融交错侵蚀期（10月中旬至11月中下旬）。

**关键词：**水-风-冻融复合侵蚀；多动力交错过程；侵蚀模式；土壤侵蚀机理；砒砂岩区

**中图分类号：**S715.3

1.研究背景

黄河中游鄂尔多斯高原砒砂岩区水蚀、风蚀、冻融侵蚀交错发生，多类侵蚀过程共同构成了复杂的土壤侵蚀系统，属典型的多相侵蚀区，也是黄河粗泥沙集中来源的核心区［1-2］，其区域土壤侵蚀模数达30000～40000t /（km2·a），虽然其面积仅占黄河流域的2%，但产生的粗泥沙占黄河下游淤积量的25%，对黄河的防洪安全构成了极大威胁［3-4］。

砒砂岩是由砂岩、砂页岩和泥岩所构成的一种软弱基岩，其成岩程度低，抗蚀性极低［5-7］。加之这一地区受水力-风力-冻融的交错驱动，侵蚀营力类型及组合季节周期性交错特征突出，冬春季冻融、风化严重，夏秋季暴雨洪水多发，导致高强度的侵蚀产沙过程［8-9］，形成了砒砂岩区“遇水成泥、遇风成沙”的独特自然现象。

水蚀-风蚀-冻融侵蚀是自然界水、风、温度综合作用的结果，在时空分布、能量供给、物质来源等方面相互耦合，形成了与单一的水蚀或风蚀发生机理完全不同的泥沙侵蚀、搬运、沉积过程［10］。砒砂岩区的土壤侵蚀是以水蚀为主风蚀、冻融交错的多过程侵蚀模式［11-13］。然而，以往受研究手段和观测方法的限制，忽视了其侵蚀系统的完整性，对该地区土壤侵蚀机理的研

资助项目：国家自然科学基金项目（\*\*\*）

第一作者：\*\*\*（19\*\*-），女，博士，高级工程师，主要从事土壤侵蚀与水土保持研究。E-mail: \*\*\*\*\*

@mail.dlut.edu.cn

通信作者：\*\*\*（19\*\*-），男，教授、博士生导师，主要从事水土保持与可持续发展研究。E-mail: \*\*\*\*@dlut.edu.cn

**参 考 文 献：**

［1］许炯心.黄河中游多沙粗沙区的风水两相侵蚀产沙过程［J］.中国科学（D辑），2000,30（5）：540-548.

［2］王愿昌,吴永红,寇权,等.砒砂岩分布范围界定与类型区划分［J］.中国水土保持科学,2007,5（1）:14- 18.

［3］姚文艺,吴智仁,刘慧,等.黄河流域砒砂岩区抗蚀促生技术试验研究［J］.人民黄河,2015,37（1）:6- 10.

［4］ 肖培青，姚文艺，刘慧.砒砂岩地区水土流失研究进展与治理途径［J］.人民黄河，2014，36（10）:92-95 .

［5］ 石迎春,叶浩,侯宏冰，等.内蒙古南部砒砂岩侵蚀内因分析［J］.地球学报，2004,25（6）:259-264.

［6］叶浩,石建省,侯宏冰,等.内蒙古南部砒砂岩岩性特征对重力侵蚀的影响［J］.干旱区研究,2008，25（3）:402-405.

［7］ 石建省,叶浩,王强恒,等.水岩作用对内蒙古南部砒砂岩风化侵蚀的影响分析［J］.现代地质，2009，23（1）:171-177.

［8］ 张平仓,唐克丽.六道沟流域有效水蚀风蚀能量及其特征研究［J］.土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3（2）：32-40.

［9］ VISSERSM,STERKA G,RIBOLZI O .Techniques for simultaneous quantification of wind and water erosion in semi-arid regions［J］.Journal of Arid Environments,2004，59:699-717.

［10］ HARVEY A M. Coupling between hillslopes and channels in upland fluvial systems:implications for landscape sensitivity,illustrated from the Howgill Fells,northwest England［J］.Catena,

2001,42:225-250.

［11］ 唐政洪,蔡强国,李忠武,等.内蒙古砒砂岩地区风蚀、水蚀及重力侵蚀交互作用研究［J］.水土保持学报，2001，15（2）：25-29.

［12］ 赵国际.内蒙古砒砂岩地区水土流失规律研究［J］.水土保持研究,2001,8（4）:158-160.

［13］脱登峰,许明祥,郑世清,等.黄土高原风蚀水蚀交错区侵蚀产沙过程及机理［J］.应用生态学报,2012，23（12）:328-3287.

Dynamic characteristics of complex erosion

in a typical small watershed of soft sandstone area

\*\*\*1,2 ，\*\*\*1 ，\*\*\*2 ，\*\*\*1

（1. Key Laboratory of Soil and Water Loss Process and Control on the Loess Plateau of Ministry of Water Resources，Yellow River Institute of Hydraulic Research，Zhengzhou 450003，China；

2. Research Center of Soil and Water Conservation and Ecological Environment，Chinese Academy of Sciences and Ministry of Education，Yangling 712100，China）

**Abstract：**Taking the alternating erosion of water，wind and freeze-thaw in the soft sandstone area of Or⁃dos Plateau as the research object，a small watershed named Erlaohugou in Zhun-ge-er County was select⁃ed to carry out locating observation of erosion environmental parameters，and to analyze the annual varia⁃tion process of hydraulic，wind and freeze-thaw action. After the standardization of the data，an analytic hi⁃erarchy process （AHP） was used to reveal the alternating process of water-wind-freeze-thaw，and to identi⁃fy the time threshold and dynamic alternating mode of high erosion risk. The results show that complex ero⁃sion in the soft sandstone area can be divided into three typical dynamic combination modes：wind-freezethaw interaction，wind-water interaction and water-wind-freeze-thaw interaction，among them，wind-waterinteraction erosion is the main erosion mode in this area. There are three periods of high erosion risk inthe soft sandstone area in a year，that is wind-freeze-thaw alternate erosion period （from early February tomid-late March），wind-water alternate erosion period （from early June to mid-late August），and waterwind-freeze-thaw alternate erosion period（from mid-October to mid-late November）

**Keywords：**water-wind-freeze-thaw complex erosion; multi- dynamic alternating process; erosion mode; soilerosion mechanism; soft sandstone area

**Medium drawing classification number:**S715.3