西安市东郊渭河河漫滩沉积与洪水变化

周 岳[1], 赵景波[1,2], 穆珍珍[1]

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062;
2. 中国科学院 地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

摘 要: [目的] 通过揭示历史时期洪水的演变,科学地预测洪水的发生,以求减少洪水灾害造成的损失。[方法] 通过分析西安市东郊水流村剖面 106 个样品的粒度组成,研究了西安市渭河近 230 a 来的洪水事件。[结果] 剖面厚度约 5 m,沉积物主要由粗粉砂、极细砂、中砂和粗砂组成,在各层中变化明显,能够指示古洪水的变化。粒度成分和粒度参数指示,研究剖面中的洪水沉积可分为 21 层,表明西安市渭河近 230 a来至少发生了 21 次洪水事件,各阶段的洪水动力大小为:第 18 阶段>17 阶段>15 阶段>16,19 阶段>21 阶段>4,5 阶段>3 阶段>1,2 阶段>6,7 阶段>10 阶段>11 阶段>8,9 阶段>13,14 阶段>12 阶段>20 阶段。在研究剖面发生的 21 次洪水事件中,除第 20 次洪水外,其余洪水发生时河漫滩上的洪水深度均大于 2 m,均为大洪水事件。[结论] 洪水沉积层的分布和粒度成分指示,第 3,5,7,8 次大洪水的发生是由于当年降水量的显著增加造成的,其余次洪水的发生可能是当年降水量增加造成的,也可能是当年降水量没有增加而是由于当年降水量集中造成的。

关键词: 西安市渭河; 粒度特征; 洪水变化; 洪水规模

文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2015)01-0073-06 **中图分类号**: K901.9

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.01.014

Sediment of Floodplain and Flood Change of Weihe River in Eastern Suburb of Xi'an City

ZHOU Yue[1], ZHAO Jingbo[1,2], MU Zhenzhen[1]

(1. *College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi* 710062, *China*;
2. *State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, CAS, Xi'an, Shaanxi* 710075, *China*)

Abstract: [Objective] To reveal characteristics of the flood events occurred in historical period, scientifically predict the occurrence of flood and reduce the loss caused by flood disasters. [Methods] According to the analysis of grain size for 106 samples from the floodplain deposition of Shuiliu village in the northern suburbs of Xi'an City, the flood events of Weihe river in Xi'an City over the past 230 years was studied. [Results] The section studied was 5 m in thickness and consisted of silt particles, clay sand, middle size sand and coarse sand, which changed distinctly in the stratigraphic section and indicated the flood events very well. Particle size and particle parameters indicated that 21 deposit layers can be determined and at least 21 stages of floods in the section studied in past 230 years. The flood scale of these 21 flood phases were: 18 th>17 th >15 th>16 th,19 th>21 th>4 th, 5 th>3 rd>1 st, 2 nd>6 th, 7 th>10 th>11 th>8 th, 9 th>13 th, 14 th>12 th>20 th. The flood level over the sediment of the floodplain was bigger than 2 m when these 21 flood stages occurred except the 20 th. [Conclusion] The distribution and grain size of flood deposit layers indicated that the occurring reason for the major flood of 3 rd, 5 th, 7 th and 8 th flood was due to the increase in annual mean precipitation, the rest flood events were due to the increase in annual mean precipitation or concentrated precipitation in a year.

Keywords: Xi'an City; Weihe river; Grain-size characteristics; flood change; flood scale

收稿日期:2013-12-16 **修回日期**:2014-02-10

资助项目:国家自然科学资助项目"关中渭河一千年来洪水变化研究"(40571004); 中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目"关中平原三百年来的洪水变化研究"(SKLLQG1214)

第一作者:周岳(1989—),女(汉族),湖南省长沙市人,硕士研究生,研究方向为环境评价与治理。E-mail:zhouyue0116@126.com。

通信作者:赵景波(1953—),男(汉族),山东省滕州市人,博士,教授,博士生导师,主要从事第四纪与环境科学研究。E-mail:zhaojb@snnu.edu.cn。

洪水作为一种频发的自然灾害，对人类的生产生活影响很大，往往会造成一定的人员伤亡和财产损失。河流的搬运和堆积主要发生在洪水期，河漫滩的沉积与河道变迁也发生在洪水期，洪水沉积的研究对揭示河道变迁有重要作用。目前国内对现代洪水研究很多，主要集中于黄河和长江，对古代洪水也有一定的研究[1-2]。国外研究较多的是古洪水事件、以及气候变化与洪水的关系[3]。揭示历史时期洪水的演变有利于科学地预测洪水的发生，从而减少洪水灾害造成的损失。

渭河是黄河的第一大支流，其洪水变化对于黄河流域的洪水发生具有很大影响。目前对于渭河的洪水水文学[4-7]，渭河水资源开发与利用[8]，河道变迁等[9]开展了许多研究，在古洪水事件的特征与发生周期方面也开展了一定的研究[10-15]。这些研究成果的时间尺度大部分在距今120 a以内[12-15]，许多是根据历史文献资料进行研究的[11]，对洪水沉积物指示的洪水变化研究相对较少。洪水沉积物的粒度特征是恢复古环境的重要指标[16-17]，利用河漫滩沉积物分析洪水的变化能够更直接地恢复洪水规模、洪水深度及其动力变化。本文通过野外调查采样、粒度分析等方法确定近230 a来渭河西安段的洪水事件及其特征，旨在为揭示渭河洪水发生特点和规律提供的科学依据。

1 研究区概况

1.1 研究区概况

水流村位于西安市灞桥区最东部，灞河与渭河交汇处的东南角(图1)，西邻灞水，北靠渭河，东连高陵县耿镇乡，南与新筑乡接壤。地势平坦，海拔365 m。土壤属于粉砂土质。该区属暖温带半湿润大陆性季风气候，四季分明，降水分配不均，夏季降水较多，年均降水量约为600 mm，年平均气温13 ℃[18]。研究剖面位于渭河南岸高河漫滩南缘，河漫滩走向呈近似东西向。

1.2 研究方法

在野外调查的基础上选择了位于渭河以南的水流乡政府驻地北2 km的剖面(图1)进行采样，剖面代号记为SL。该剖面为古河漫滩洪水沉积物，主要由粉砂、细砂、中砂、粗砂及黏粒组成，细砾石很少。剖面厚约5 m，较为完整，对剖面自上而下连续取样。在厚度较小的层位以2 cm间隔取样，厚度较大的层位以10 cm间隔取样，共采集样品106个。样品用塑料袋封装，带回实验室后经过称重，然后加入1∶3的HCl和H_2O_2分别除去$CaCO_3$和有机质，再用Mastersize—S型激光粒度仪进行粒度分析。

1.3 年代确定

据研究，晚全新世渭河西安段河道一直在向北移[9]，春秋时期渭河河道大致在一级阶地前缘，而水流乡就处在一级阶地前缘，SL剖面在水流乡政府驻地以北约2 km处的高漫滩后缘，所以剖面沉积物是在春秋以后沉积形成的。在清顺治年间，渭河河道已北移至现今的草滩镇附近[9]，在此以后至现今的300 a中，草滩渭河河道又北移了约2 km。而我们的采样点距离渭河河道的距离约1.5 km，所以剖面洪水沉积年代为距今约230 a。

2 水流村剖面洪水沉积层粒度分析结果

在水流村剖面中采集的样品均为河漫滩沉积，代表了河流洪水泛滥淹没河漫滩而发生的沉积，不同沉积层指示当时发生了不同期次的洪水。

2.1 洪水沉积层的粒度组成

按照通常的划分，粒径小于0.002 mm的为胶粒，0.002～0.005 mm为黏粒，0.005～0.01 mm为细粉砂，0.01～0.05 mm为粗粉砂，0.05～0.1 mm为极细砂，0.1～0.25 mm为细砂，0.25～0.5 mm为中砂，0.5～2.0 mm为粗砂，大于2 mm为砾石。SL剖面的粒度分析结果显示，剖面中的沉积物粒度以粉砂、极细砂、中砂和粗砂为主，其次是细砂、黏粒和胶粒，砾石含量最少(图1)。该剖面近230 a来的洪水沉积可以分为21层(图1)，代表了21个洪水阶段，各层粒度组成与含量如图1所示。

第21层为中砂、粗砂层，厚度为42 cm。中砂含量最高，平均为43.1%，分布范围为33.2%～59.5%。其次为粗砂和细砂，平均为39.4%和10.3%，分布范围分别为17.5%～49.8%和2.6%～21.6%。细粉砂、粗粉砂、极细砂和砾石含量很小，黏粒与胶粒缺失。该层是整个剖面粒度较粗的一层，指示一次较大的洪水事件。

第20层为粗粉砂层，厚度70 cm。粗粉砂含量最高，平均为53.4%，分布范围为46.7%～57.8%。其次为粗黏粒和细粉砂，平均为18.5%和16.1%，分布范围分别为13.8%～25.2%和12%～19.3%。黏粒、极细砂、细砂、中砂和粗砂的含量较少，砾石缺失。较21层粒径减小，指示较小的洪水过程。

第19为中砂、粗砂层，厚度110 cm。中砂和粗砂含量最高，平均为42.1%和42.6%，分布范围分别为38%～47.2%和35.2%～47.8%。黏粒、细粉砂、粗粉砂、极细砂、细砂和砾石的含量很小，胶粒缺失。该层是剖面中厚度最大的层位，这与物质较粗、沉积较快有关。

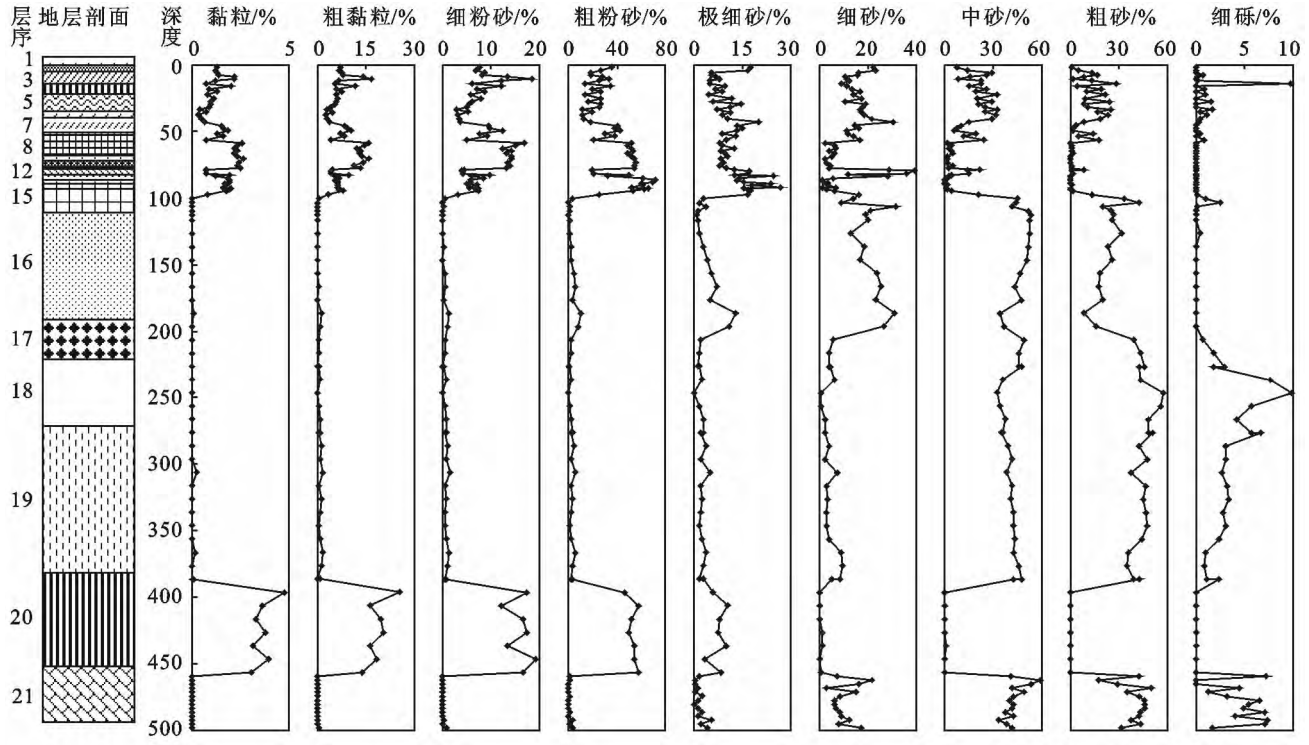


图 1　西安市东郊水流村洪水沉积剖面粒度成分变化

第 18 层为中砂、粗砂层,厚度 50 cm。粗砂含量最高,平均为 50.6%,分布范围为 43.1%～57.6%。其次为中砂,平均为 35.2%,分布范围为 32.1%～37.5%。砾石的平均含量为 6.6%,分布范围为 4.1%～10.0%,是剖面中砾石含量最高的层位。黏粒、细粉砂、粗粉砂、极细砂和细砂的含量很小。

第 17 层为中砂、粗砂层,厚度 30 cm。中砂和粗砂粒含量最高,平均为 47.1%和 42.8%,分布范围分别为 46.0%～49.3%和 39.5%～45.5%。黏粒、细粉砂、粗粉砂、极细砂、细砂和砾石的含量很小。

第 16 层为细砂、中砂和粗砂层,厚度 80 cm。中砂含量最高,平均为 45.4%,变化范围为 34.3%～52.1%。其次为细砂和粗砂的含量,平均为 22.3%和 20.2%,变化范围为 13.0%～26.8%和 15.7%～32.0%。黏粒、细粉砂、粗粉砂和极细砂的含量很小,胶粒和砾石缺失。粗砂的含量低于第 17 层,但是细砂的含量明显高于第 17 层。

第 15 层为细砂、中砂和粗砂层,厚度 22 cm。中砂含量最高,平均为 44.3%,变化范围为 21.0%～53.6%。其次为细砂和粗砂的含量,平均为 18.6%和 26.7%,变化范围为 8.9.0%～31.9%和 13.5%～42.5%。胶粒、黏粒、细粉砂、粗粉砂、极细砂和砾石的含量很小。与第 16 层相比粗砂含量高而细砂略低。

第 14 层为粗粉砂层,厚度 2.5 cm。粗粉砂含量最高,平均为 60.7%,变化范围为 53.7%～66.0%。其次是极细砂,平均为 16.5%,变化范围为 15.3%～17.5%。胶粒、黏粒、细粉砂、细砂、中砂和粗砂的平均含量较小,砾石缺失。与第 15 层相比,该层的粒度明显变细。

第 13 层为粗粉砂、极细砂层,厚度 4 cm。粗粉砂含量最高,平均为 57.6%,变化范围为 51.8%～60.9%。其次为极细砂的含量,平均为 22.8%,变化范围为 18.0%～26.6%。胶粒、黏粒、细粉砂、细砂、中砂和粗砂的含量很小,砾石缺失。该层的粒度组成与第 14 层相似,但是粗粉砂含量略低而极细砂含量略高。

第 12 层为粗粉砂层,厚度 4.5 cm。粗粉砂含量最高,平均为 67.5%,变化范围为 61.2%～72.1%。其次是极细砂,平均 14.4%,变化范围为 13.5%～15.4%。胶粒、黏粒、细粉砂、细砂、中砂和粗砂的含量较小,砾石缺失。该层是整个剖面中粗粉砂含量最高的层位。

第 11 层为粗粉砂、极细砂和细砂层,厚度 2 cm。粗粉砂含量最高,平均为 40.9%,变化范围为 32.1%～49.6%。其次是极细砂和细砂,平均含量分别为 18.5%和 19.9%,变化范围为 12.4%～24.5%和 11.8%～28.1%。胶粒、黏粒、细粉砂、中砂和粗砂的含量较小,砾石缺失。该层的粒度较第 12 层稍粗。

第 10 层为粗粉砂、极细砂、细砂和中砂层,厚度

4 cm。细砂含量最高，平均为34.9%，变化范围为29.0%～39.4%。其次为粗粉砂、极细砂和中砂，平均含量分别为19.9%，15.4%和17.0%，变化范围分别为19.1%～21.3%，12.3%～17.1%和14.6%～21.8%。胶粒、黏粒、细粉砂和粗砂的平均含量较小，砾石缺失。该层中的细砂和中砂的含量明显高于第14至第11层。

第9层为粗粉砂层，厚度4 cm。粗粉砂含量最高，平均为54.0%，变化范围为53.9%～54.0%。其次为黏粒和细粉砂，平均含量分别为12.3%和13.6%，变化范围分别为11.4%～13.2%和13.2%～13.9%。胶粒、极细砂、细砂、中砂和粗砂的含量较小，砾石缺失。与第10层相比，该层中的细砂和中砂含量明显降低。

第8层为粗粉砂层，厚度17 cm。粗粉粒含量较高，平均为52.2%，变化范围为48.8%～56.0%。其次为粗黏粒和细粉砂，平均含量分别为14.1%和14.1%，变化范围分别为12.0%～16.0%和12.3%～16.7%。黏粒、极细砂、细砂、中砂和粗砂的含量较小，砾石缺失。该层的沉积物粒度组成与第9层相似。

第7层为粗粉砂、极细砂、细砂和中砂层，厚度11 cm。粗粉砂含量最高，平均为34.2%，变化范围为21.1%～42.8%。其次为极细砂、细砂和中砂，平均含量分别为12.2%，13.9%和13.5%，变化范围分别为8.9%～15.1%，11.1%～16.4%和6.1%～24.1%。胶粒、黏粒、细粉砂、粗砂和砾石含量较小。该层砂粒含量高于第8层。

第6层为粗粉砂、极细砂、细砂和中砂层，厚度5 cm。粗粉砂含量最高，平均为29.1%，变化范围为18.1%～40.0%。其次为极细砂、细砂和中砂，平均含量分别为16.8%，22.4%和12.2%，变化范围分别为13.4%～20.2%，14.4%～30.5%和9.7%～14.7%。胶粒、黏粒、细粉砂、粗砂和砾石的含量较小。与第7层相比，该层极细砂和细砂含量略高。

第5层为粗粉砂、细砂、中砂和粗砂层，厚度13 cm。中砂含量最高，平均为27.2%，变化范围为20.5%～32.3%。其次为粗粉砂、极细砂、细砂和粗砂，平均为17.8%，10.6%，18.3和%17.0%，变化范围依次分别为11.2%～26.4%，7.2%～14.6%，16.4%～21.5%和8.1%～25.2%。胶粒、黏粒、细粉砂和砾石的含量较小。

第4层为粗粉砂、细砂、中砂和粗砂层，厚度7.5 cm。中砂含量最高，平均为27.2%，变化范围为20.4%～32.4%。其次为粗粉砂、细砂和粗砂，平均含量分别为18.8%，13.8%和18.7%，变化范围分别为13.8%～26.3%，10.4%～17.0%和9.4%～24.5%。胶粒、黏粒、细粉砂、极细砂和砾石含量很少。

第3层为粗粉砂、细砂、中砂和粗砂层，厚度9.5 cm。粗粉砂和中砂含量较高，平均为24.2%，21.1%，变化范围分别为13.7%～27.2%和14.7%～26.2%。其次为细砂和粗砂，平均含量为12.6%和15.1%，变化范围分别为9.0%～16.7%和4.2%～28.1%。胶粒、黏粒、细粉砂、极细砂和砾石的平均含量较小。

第2层为粗黏粒、细粉砂、粗粉砂、细砂和中砂层，厚度4.5 cm。粗粉砂含量最高，平均为26.7%，变化范围是18.7%～33.4%。黏粒、细粉砂、细砂和中砂的含量相当，平均分别为12.955%，13.3%，12.5%和16.8%，变化范围依次为7.8%～16.6%，8.1%～18.3%，10.7%～15.4%和8.6%～25.9%。胶粒、极细砂、粗砂和砾石的平均含量很小。

第1层为粗粉砂、极细砂、细砂、中砂层，厚度6 cm。粗粉砂和细砂含量较高，平均为26.9%，20.6%，变化范围分别为18.0%～35.8%和16.4%～23.2%。其次为极细砂和中砂，平均含量为13.2%和16.9%，变化范围分别为5.5%～17.5%和7.5%～29.4%。胶粒、黏粒、细粉砂和粗砂的含量较小，砾石缺失。该层较第2层粒度稍粗。

2.2 SL剖面粒度参数的变化

为了查明SL剖面粒度分布规律与洪水动力之间的关系，根据粒度分析结果计算出粒度参数M_z(平均粒径)，σ(标准差)，S_k(偏态)和K_g(峰态)[19]，绘制成粒度参数图(图2)。M_z是衡量沉积颗粒物平均大小的一种指标，M_z值大，说明沉积物的粒径平均值大，洪水动力强，反之则反。σ是衡量沉积物偏离平均值的指标，σ值越大，表明颗粒物偏离平均值越明显，离散程度越大，分选越差，反之，σ值越小，分选越好。S_k分为正偏态和负偏态，是衡量对称性的一种指标，$S_k<0$表示负偏，平均值在中值的左侧，说明沉积颗粒物较细，反之，说明沉积颗粒物较粗。K_g能够度量粒度成分在均值附近的集中程度。

SL剖面的参数计算结果(图2)表明，整个剖面沉积颗粒物的平均粒径的变化范围是0.02～0.70 mm。第15—19层和第21层的沉积物平均粒径较大，变化范围为0.23～0.70 mm。其次是第1—7层，变化范围为0.08～0.47 mm。第8—14层和第20层的颗粒物平均值较小，变化范围为0.02～0.21 mm。SL剖面各层颗粒物的σ(标准差)较小，变化范围在0.02～0.66之间，分选较好。S_k值较小，频率曲线近似正态

分布,峰态值总体偏低。表明第 15—19 层和第 21 层的颗粒物较粗,指示的洪水动力较强,第 1,2,3,4,5,6,7 层的洪水动力次之,第 8,9,10,11,12,13,14,20 层的洪水动力最弱。

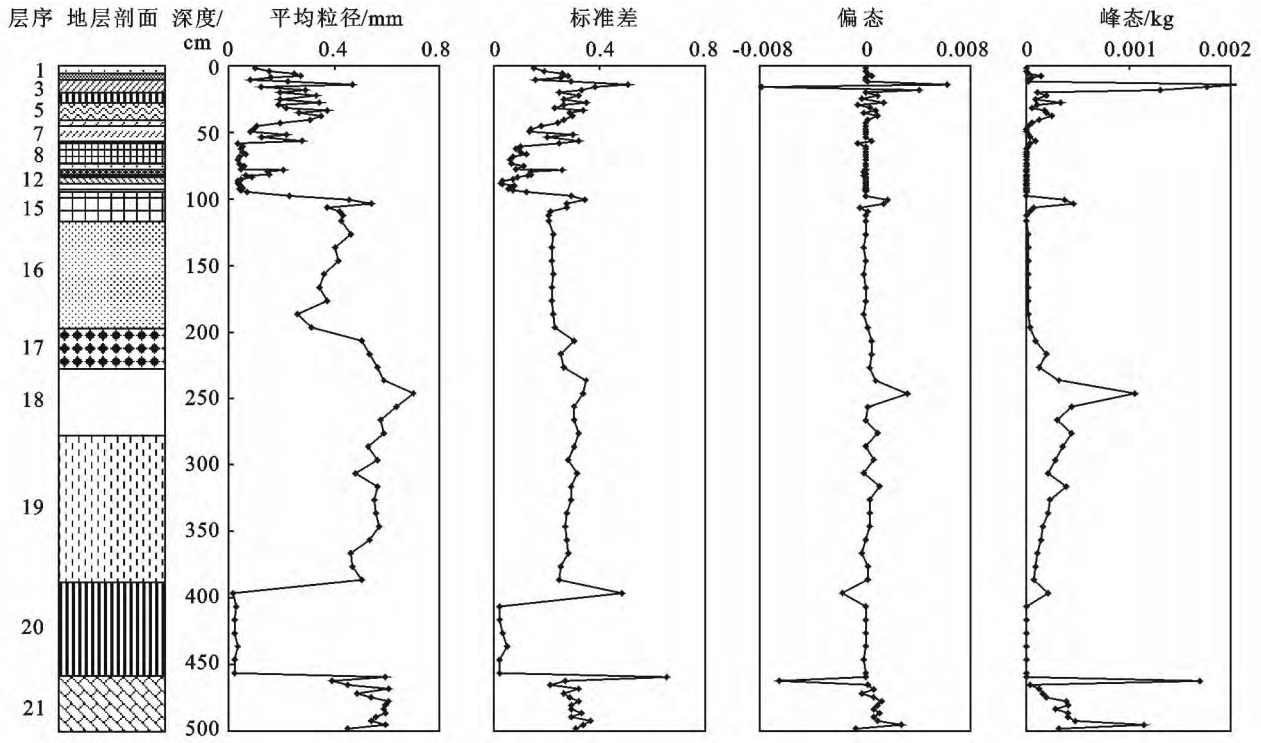


图 2　西安市东郊水流村洪水沉积剖面粒度参数变化

3　讨 论

3.1　影响洪水沉积粒度成分的主要因素

河流发生洪水时,水位增高,可以淹没河漫滩,河流从上游带来的冲积物便在河漫滩上沉积下来。所以河漫滩沉积一般为洪水沉积。影响河漫滩沉积物粒度成分的因素很多,但都要通过洪水动力体现出来。从河流动能计算公式 $E=1/2\ MV^2$[20] 可以看出,河流动能与流速(V)的二次方成正比,与流量(M)的一次方成正比。某一河段河流的流量与降水量有关,降水量越大,流量越大,降水量越小,流量就越小。而该河段河流的流速除了与降水量有关外,还与该河段地形的坡度有关,降水量大,地形坡度大,流速就快,降水量小,地形坡度小,流速就慢。地形坡度的大小又与该河段构造运动的变化有关,但是对于该研究剖面和近 230 a 的时间段来说,构造运动引起的地形的变化可忽略不计。

河漫滩的高度是影响洪水沉积颗粒物的重要因素,对于某一河段而言,河漫滩低的时期,既能够记录大洪水,也能够记录规模较小的洪水,这时沉积在河漫滩上的沉积物粒度较粗。随着河漫滩的不断加宽和漫滩上洪水沉积层的增厚,河漫滩高度就会增加,相同规模的洪水在高河漫滩上形成的沉积物粒度变细,并且只有发生大洪水时,河漫滩才能被淹没并接受洪水沉积,所以河漫滩沉积剖面上部的沉积物能够指示大洪水和特大洪水事件。河漫滩上的洪水深度的变化是影响洪水沉积粒度的另一重要因素[10-12],河漫滩上的洪水深度大,搬运的颗粒物粗,沉积物的粒径大,所以一般剖面的下部沉积物比上部粒径大。此外,河床的变迁也会影响河漫滩的沉积,渭河西安段河道一直在北移[9],河流一直在下切,这样渭河南岸的河漫滩就会逐渐抬高并相对南移,逐步形成只有大洪水或特大洪水发生时才能被记录下来的河漫滩沉积物。所以 SL 剖面沉积物能够很好的反应古洪水的变化。

3.2　SL 剖面河漫滩沉积物指示的洪水动力和洪水深度变化

根据洪水沉积物粒度的对比和沉积厚度的变化以及当时地形高度的变化可以确定洪水深度。一般来说,洪水沉积厚度越大,粒度越粗,所指示的洪水深度就越大,反映的洪水规模就越大。但是,在河漫滩形成的早期阶段,由于河漫滩较低,沉积物的厚度就较大,而河漫滩发育晚期形成的沉积厚度较小,故一般剖面下层沉积比上层沉积厚度大。根据赵景波等[12]提出的 6 条确定河漫滩洪水沉积深度的标准,可以确定水流村剖面 21 个洪水阶段的洪水动力大

小:第18阶段>17阶段>15阶段>16,19阶段>21阶段>4,5阶段>3阶段>1,2阶段>6,7阶段>10阶段>11阶段>8,9阶段>13,14阶段>12阶段>20阶段。剖面下部第15—19层和第21层的沉积物主要是中砂和粗砂,中部第8—14层沉积物主要由粗粉砂和极细砂组成,上部第1—7层沉积物主要由粗粉砂,细砂和中砂组成,即整个剖面自下而上沉积物的粒度有先减小后又略微增加的趋势,但这与沉积物厚度增大、地形增高有一定的关系,也与各个洪水阶段的洪水规模有很大关系。

根据2003年高漫滩上洪水沉积物粒度分析结果,2003年西安市段渭河的洪水沉积物中粗粉砂的平均含量为49.72%,极细砂17.65%,黏粒17.16%,细粉砂12.40%,河漫滩之上的洪水深度为2 m[10]。与SL剖面沉积粒度相比,剖面第8,9层沉积物的粒度与此相近,所以第8,9阶段的洪水水位高出河床约6.3 m。第20层的沉积物粒度较细,表明当时的洪水水位高出河床不到2.5 m,第1—7层沉积物粒径显著大于2003年的沉积粒度,所以这些阶段的洪水深度远大于6.3 m。第15—19层和第21层主要由中砂和粗砂组成,粒径最大,所以在河漫滩之上的洪水深度远大于2 m。因此,在剖面中的21次洪水事件中,除第20阶段的洪水事件之外,其余均大洪水事件。

3.3 近230 a来渭河流域的洪水发生与降水量

渭河流域属于大陆性季风气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,降水年际变化大,年内分配不均,多年的平均降水量为450～700 mm。河漫滩沉积物是由于洪水造成的,而洪水是由于年降水量增多或一年中降水量没有增多而是降水集中造成的,洪水的深度和洪水水位的高度能够反映降水量的变化[15]。特别是该流域大洪水的发生,一般是年降水量显著增多造成的。如1954年渭河关中地区降水量增加了150～200 mm,1981年增加了120～250 mm,2003年渭河流域下游增加了300 mm[5],这几年导致了大规模洪水的发生。因此,如河漫滩沉积剖面中上部一个沉积层的厚度大,代表当时洪水的规模大,洪水位高,洪水持续时间长,通常是由年降水量明显增多造成的大洪水;如河漫滩剖面的一个沉积层厚度小,代表洪水持续时间短,一般是降水集中造成的的洪水,而不是年降水量增加造成的洪水。

SL剖面的沉积物显示,第3,5,7,8,15—21层的沉积厚度较大,超过8 cm,除了第15—21层沉积时河漫滩处于较低位置外,其他层位于剖面上部,表明这些阶段洪水的发生是由于流域内年降水量增加造成的,指示当时的气候湿润。根据上述该流域现代大洪水发生年的降水量大于800 mm推测,研究剖面中上部单层沉积厚度较大,粒度较粗的沉积层代表了洪水发生时的年降水量超过了800 mm。其余层位的沉积物厚度较小(2～7.5 cm),他们的发生可能是年降水量增加造成的,也可能是年降水量没有增加而是当年降水量集中造成的。

4 结论

(1) 西安市北郊水流村剖面中的沉积物粒度以粗粉砂、极细砂、中砂和粗砂为主,砾石和黏粒较少。粒度含量在整个剖面中的变化较大,能够很好地指示古洪水的深度和动力的变化。

(2) 水流村剖面河漫滩沉积物指示了21个洪水阶段,表明渭河近230 a来发生了至少21次洪水。

(3) 各层沉积物指示的洪水动力大小为:第18阶段>17阶段>15阶段>16,19阶段>21阶段>4,5阶段>3阶段>1,2阶段>6,7阶段>10阶段>11阶段>8,9阶段>13,14阶段>12阶段>20阶段。

(4) 在研究剖面发生的21次洪水事件中,除第20次洪水外,其余洪水发生时河漫滩上的洪水深度均大于2 m,均为大洪水事件。

(5) 水流村剖面沉积物的厚度能够指示渭河流域近230 a来降水量的变化,第3,5,7,8大洪水的发生是由于当年降水量的显著增加造成的,其余层位代表的洪水可能是当年降水量增加造成的,也可能是当年降水量没有增加而是由于当年降水量集中造成的。

[参 考 文 献]

[1] 朱诚.长江三峡库区中坝遗址地层古洪水沉积判别研究[J].科学通报,2005,50(20):2240-2250.

[2] 葛兆帅.晚更新世晚期以来的长江上游古洪水记录[J].第四纪研究,2004,24(5):555-560.

[3] Grossman M J. Large floods and climatic change during the Holocene on the Ara River, Central Japan[J]. Geomorphology, 2001,39(1):21-37.

[4] 朱向峰,黄春长,庞奖励,等.渭河天水峡谷全新世特大洪水水文学研究[J].地理科学进展,2010,29(7):840-846.

[5] 庞雷,陈文军.渭河"2003·8"洪水分析[J].水资源研究,2004,25(4):25-28.

[6] 刘小丰,潘保田,高红山,等.渭河L_9(0.87—0.94 Ma)时期古洪水事件的特征研究[J].干旱区地理,2007,30(2):247-250.

[7] 毛明策,王琦.渭河流域近40 a来汛期降水特征分析[J].人民黄河,2010,32(12):64-65.

[8] 杨明楠,朱亮.陕西渭河流域水资源开发利用及问题分析[J].地下水,2010,32(6):170-172.

(下转第84页)

[5] 胡克林,李保国,陈研. 表层土壤饱和导水率的空间变异对农田水分渗漏的影响[J]. 水利学报,2006,37(10):1217-1223.
[6] 牛海山,李香真. 放牧率对土壤饱和导水率及其空间变异的影响[J]. 草地学报,1999,7(3):211-216.
[7] 郑纪勇,邵明安,张兴昌. 黄土区坡面表层土壤容重和饱和导水率空间变异特征[J]. 水土保持学报,2004,18(3):53-56.
[8] 刘春利,邵明安. 黄土高原坡地表层土壤饱和导水率和水分含量空间变异特征[J]. 中国水土保持科学,2009,7(1):13-18.
[9] 吕殿青,邵明安,刘春平. 容重对土壤饱和水分运动参数的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(3):154-157.
[10] 杜咏梅,孙西欢,毕远杰,等. 不同入渗水头和容重作用下土壤饱和导水率变化特征研究[J]. 中国农村水利水电,2013(3):66-68.
[11] 迟春明,王志春. 沙粒对碱土饱和导水率和盐分淋洗的影响[J]. 2009,23(1):99-102.
[12] 方堃,陈效民,张佳宝,等. 红壤地区典型农田土壤饱和导水率及其影响因素研究[J]. 灌溉排水学报,2008,27(4):67-69.
[13] 秦耀东,胡克林. 大孔隙对农田耕作层饱和导水率的影响[J]. 水科学进展,1998,9(2):107-111.
[14] 陈效民,王德建. 太湖地区农田生态环境中土壤饱和导水率研究[J]. 水土保持通报,2000,20(5):11-12.
[15] 彭舜磊,由文辉,沈会涛. 植被群落演替对土壤饱和导水率的影响[J]. 农业工程学报,2010(11):78-84.
[16] 高雪松,邓良基,张世熔. 不同利用方式与坡位土壤物理性质及养分特征分析[J]. 水土保持学报,2005,19(2):53-56.
[17] 尚熳廷,冯杰,丁荣浩,等. 土壤大孔隙饱和导水率的数值模拟及实验研究[J]. 土壤通报,2012,43(1):15-19.
[18] 王晓洋,陈效民,李孝良. 不同盐渍化程度滨海盐土的饱和导水率[J]. 江苏农业科学,2011(4):446-448.
[19] Carter M R. Soil quality for sustainable land management[J]. Agronomy Journal, 2002,94(1):38-47.
[20] 刘宇,张洪江,张友焱,等. 晋西黄土丘陵区主要人工林土壤饱和导水率研究[J]. 水土保持通报,2013,33(4):302-306.
[21] 宫渊波,麻泽龙,陈林武,等. 嘉陵江上游低山暴雨区不同水土保持林结构模式水源涵养效益研究[J]. 水土保持学报,2004,18(3):28-32.

(上接第 78 页)

[9] 甘枝茂,桑广书,甘锐,等. 晚全新世渭河西安段河道变迁与土壤侵蚀[J]. 水土保持学报,2002,16(2):129-132.
[10] 牛俊杰,赵景波,马莉,等. 西安北郊渭河河漫滩沉积与洪水事件[J]. 地理研究,2010,29(8):1484-1492.
[11] 赵景波,龙腾文,陈颖. 渭河关中段近 400 a 来洪涝灾害变化研究[J]. 水土保持通报,2010,30(2):5-8.
[12] 赵景波,郁耀闯,周旗. 渭河渭南段高漫沉积记录的洪水研究[J]. 地质评论,2009,55(2):231-241.
[13] 史兴民,万正耀. 渭河咸阳段近代洪水沉积物力度特征分析[J]. 水土保持通报,2008,28(3):71-76.
[14] 周晓红,赵景波. 近 120 年来高陵渭河河漫滩沉积物磁化率指示的气候变化[J]. 水土保持学报,2007,21(3):196-200.
[15] 阴雷鹏,肖攀,赵景波,等. 渭河距今 70 a 以来洪水演变研究[J]. 安徽农业科学,2010,28(32):11995-11997,12035.
[16] Giancarlo G B, Nicholas M I. Holocene periodicity in North Atlantic climate and deep-ocean flow south of Iceland[J]. Nature, 1999,397(6719):515-517.
[17] 于英文,胡自治,徐长林,等. 东祁连山高寒灌丛植被类型与分布特征[J]. 甘肃农业大学学报,1999,34(1):12-17.
[18] 西安市地方志编纂委员会. 西安市志:第 2 卷[M]. 西安:西安地图出版社,2000:382-388.
[19] 谢又予. 沉积地貌分析[M]. 北京:海洋出版社,2000:3-4.
[20] 黄思静. 用 Excel 计算沉积物粒度分布参数[J]. 成都理工学院学报,1999,26(2):196-198.