

滹沱河现代沉积物的比重研究

朱宣清 何乃华

(河北省科学院地理研究所, 石家庄市)

一、前言

比重是物质的重要物性之一, 是物质成分和结构的反映。不同矿物的比重可以相差若干倍, 因而用以鉴定矿物的种类。在河流动力学有关基本原理和计算公式中, 比重是一种重要的因素, 在沉积岩石学中被视为沉积物的沉积三要素(粒度、比重和形状)之一。我们对滹沱河现代沉积物进行沉积构造、粒度、矿物成分和扫描电镜等项分析¹⁾的同时, 对沉积物的比重作了一些分析, 探讨了沉积物的比重在河流沉积体系中的变化情况。

滹沱河源于山西省五台山, 山区段河长370公里, 所流经的太行山区, 片麻岩分布较广, 石灰岩和页岩等也有一定出露, 第四纪黄土堆积遍于全流域。工作河段已属滹沱河下游, 即太行山前冲积洪积扇倾斜平原。在河长180公里范围内, 根据河型可分为三段: 上段地处冲积洪积扇顶端, 长30余公里, 海拔高程70—90米, 地面坡度为1/900, 河道宽而浅, 宽2500米, 叉流较多, 心滩发育, 为辫状河流; 中段地处冲积洪积扇中部, 长70余公里, 海拔30—70米, 坡度为1/1800, 河宽平均1000米, 心滩和边滩均有分布, 为微弯曲分叉型河; 下段地处冲积洪积扇缘, 长76公里, 海拔15—30米, 坡度为1/3600, 河宽仅400米, 边滩发育, 为低弯度曲流型河。据水文资料²⁾滹沱河年径流量为15.9亿米³, 平均流量为50.3米³/秒, 流量变幅很大, 1956年最大流量达6150米³/秒, 而枯水季节则经常有断流现象。滹沱河平均含沙量为5.6公斤/米³。1958年上游修建大型水库后, 年径流量、平均流量和平均含沙量分别为: 13.69亿米³、43.38米³/秒和2.47公斤/米³。

本次工作是在以上三河段内, 各选一地点, 即灵寿、深泽和饶阳(简称上、中、下段)。

二、河流沉积物的比重分析方法

测定物质比重的方法有许多种, 我们在实验中采用了比重瓶法。其数值是物体在水中失

1) 参加工作的尚有施德荣、刘国宝、赵明轩及同济大学海洋地质系吴邦毓、黄惠玉、陈中原和苏美珍等同志。

2) 根据河北省黄壁庄和北中山水文站资料。

去的重量除以物体在空气中的重量，用以下公式求得样品的比重。

$$D = \frac{(P_2 - P_1) D_t}{(P_4 - P_1) - (P_3 - P_2)}$$

D: 样品的比重 D_t : $t^\circ\text{C}$ 时蒸馏水的比重 P_1 : 空比重瓶的重量 P_2 : 比重瓶盛入样品后的重量
 P_3 : 比重瓶盛入样品和蒸馏水后的重量 P_4 : 比重瓶盛入蒸馏水后的重量。

三、河流沉积物的比重在不同河段和不同沉积亚相中的变化

笔者测定了浑沱河100多个样品的比重，大多数的比重值在2.60—2.72之间，其中最大为2.81，最小为2.57。兹将浑沱河三段中已知地貌部位（河流的不同沉积亚相）样品比重的平均数据列于表1，可看出在不同河段及不同沉积亚相中比重的变化。

1. 沉积物比重在河流横向上的变化

从表1可以看出，无论是河流的那一段，在横向上，从主流相、心滩相、边滩相一直到天然堤相，沉积物的比重逐渐稳定的减小。这种变化反映了河流水动力的减弱以及沉积物堆积部位高度的增加。

表1 浑沱河现代沉积平均比重对比表

Table 1 The comparison of average specific gravities of modern sediments of the Hutuo River

比 重 河 段	亚 相	主 流 相	心 滩 相	边 滩 相	天 然 堤 相
上 段		2.67	2.65	2.64	2.64
中 段		2.74	2.68	2.64	2.63
下 段		2.75	— *	2.65	2.60

*：下段为曲流河，无心滩相沉积。

2. 沉积物比重在河流纵向上的变化

在河流中，较大的颗粒沉积在上游，较小的颗粒沉积在下游，这是人们早已熟知的。从表1中可知，同一沉积亚相，从河流上段至河流下段，沉积物的比重一般是由小变大的。其中较明显的是主流相，其次是心滩相和边滩相。但天然堤相的比重变化却相反，即从河流上段至河流下段比重由大变小。

在砂岩和未固结的沉积砂体中，颗粒大、比重小和颗粒小、比重大的各种砂粒同时存在，这一现象前人（如斯特拉霍夫）已有论及。不同推移质为要达到同等的等效粒径效应，粒径与比重二因素就会互为消长：颗粒大者，比重即较小些；颗粒小时，比重就要

大些。在推移物质中,颗粒大小的影响要比颗粒比重明显些。因为在水力学中已证明:水流速度(与推动力成正比)与被推移物体的半径成二次方关系,而与物体的比重仅成一次方关系。因此在河流上游,推移作用占优势的沉积物(如主流相,但朝向心滩相、边滩相方向,这种优势渐减)颗粒大、比重小,而下游颗粒小、比重大是可以理解的。但当沉积物以悬移搬运方式占优势时,情况就不同,悬移物质需首先在水中克服重力,浮起后再作搬运,这时与物质比重的关系就要大一些。因为颗粒在搬运中被浮得愈高,其搬运时间愈长,这不仅要求颗粒小,而且要求比重小。上游水动力大,搬运距离近,天然堤沉积物比重大些;下游水动力减小,搬运距离远,天然堤沉积物比重变小,这是符合自然规律的。

3. 河流沉积物比重的垂向变化

我们在主流相上绘制出三条剖面,由下而上,比重变化趋势基本都一致,即由小变大,且变化幅度也较大,这与颗粒由大变小时恰成反比,但仍然反映了沉积作用后期的水动力是由大变小并逐渐稳定的过程。

在边滩相上也绘制了三条剖面,它们的变化趋势基本上一致,呈波状摆动形态。这说明边滩沉积是在水动力时大时小的不稳定条件下形成的。

在心滩相上所测定的四条剖面的变化趋势各不相同。除了有以上两种情况外,尚有二条剖面是由大变小的。这说明心滩相沉积时的水动力过程是复杂多变的。

四、河流沉积物的比重曲线

比重曲线表示的是不同粒径沉积物的比重变化趋势。根据综合分析的100多条比重曲线,可以看出以下两个方面:

1. 浑沱河沉积物的综合比重曲线

将所有样品的比重曲线上各粒径的比重值,标在坐标纸上,将相同粒径的各比重值,取一平均值,联结各点,绘成综合比重曲线(图1),该曲线微呈起伏左低右高。

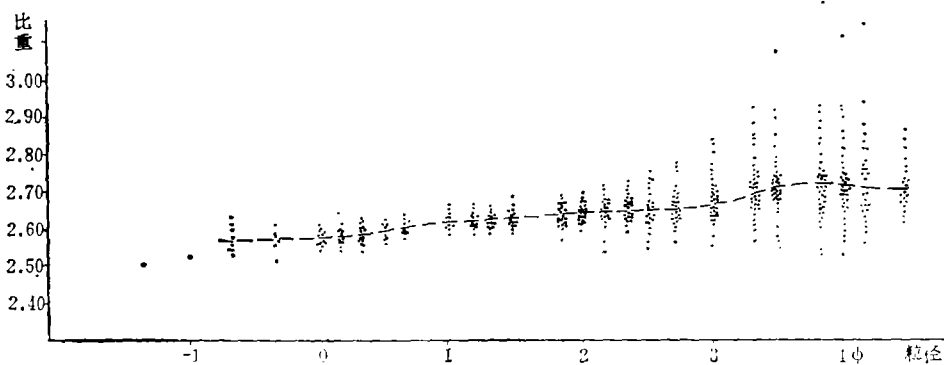


图1 浑沱河现代沉积综合比重曲线

Fig. 1 The integrated specific gravity curve of modern sediments of the Hutuo River

说明随粒径的减小,比重逐渐增大。这一自然现象应从岩石学中找到解答,因为任何物源区的岩石中比重较小的造岩矿物颗粒一般较大,量也多;而相对比重较大的付矿物颗粒,较为细小,含量也少。岩石经过剥蚀破碎成岩屑和各种不同粒径的单矿物。施德荣分析过53个滹沱河不同沉积相样品的矿物成分平均为:轻矿物占85.74%;石英占其中的57.01%,长石占30.98%,其它轻矿物占12.01%;重矿物占14.26%,重矿物主要有:角闪石占其中的37.08%,绿帘石占16.26%,磁铁矿占16.01%,石榴石占8.91%,褐铁矿占4.93%,其它重矿物占16.81%。通过河水的搬运和分选作用,比重较小、颗粒大的岩屑和单矿物就会相对富集在上游;比重较大、颗粒小的单矿物则在下游富集起来。综合比重曲线正是反映了这一事实。同样,前述关于主流相沉积剖面中比重由下而上变大也可作此理解。

2. 比重曲线类型

通过分析滹沱河各单个样品的比重曲线,及其所属沉积亚相,发现有与之相应的四种比重曲线类型。

(1) 主流相沉积物比重曲线——山型

随着颗粒变细,比重值由低到高,再由高到低,成山形。最大与最小比重之差一般大于0.20,由上段至下段,差值逐渐增大,表明河流下游沉积物的比重分异充分。由于主流相沉积位于最低处,70—80%以是较粗的推移质。曲线前半段可能反映了颗粒大而比重小与颗粒小而比重大这些沉积物的等效粒径是相等的。曲线后半段,随着沉积物粒径减小,比重变小,可能反映由于小颗粒在搬运中被移动速度较慢的颗粒阻挡而沉积的结果。

(2) 心滩相沉积物比重曲线——坡型

曲线特点是左低右高,成斜坡状。最大与最小比重差,在0.15—0.20之间。与山型比重曲线相比,后段没有下降。可能反映当粒径小、比重小的沉积物被携带至心滩表面时,很快就被心滩前缘最大水动力冲至下游的结果。

(3) 边滩相沉积物比重曲线——丘型

曲线特点是起伏平缓形似丘陵。最大与最小比重差在0.10—0.15之间。此处所指边滩相沉积,只是边滩砂坝的上部,基本上受河流环流上举力作用,沉积物可按比重得到较充分的分异,因此比重值较低。由于边滩沉积处仍有一定的紊流,所以曲线表现出一定的起伏。

(4) 天然堤相沉积物比重曲线——平坦型

因天然堤相沉积部位更高,沉积物受上举力更充分,所以曲线的比重更低,且趋于平直。最大与最小比重差一般小于0.10。

通过初步地工作,笔者等认为,沉积物的比重这一特性有可能用以作为沉积岩石学中划分相的一种标志,特别是较细的沉积物(3—4.5 ϕ)所产生的比重差异较大的现象,对我们研究河、湖乃至海相沉积将会有所助益。

在工作中曾得到南京大学任美镔教授的热情鼓励,北京大学王乃梁教授、任明达、周惠祥老师,地质部成都地质矿产研究所刘宝璠教授,石油部石油勘探开发研究院裘亦楠副总地质师以及中国科学院地质研究所赵希涛等同志曾提出宝贵意见,最后又承吴崇

筠教授和严钦尚教授审阅全文，对此一并表示衷心感谢。

(收稿日期1983年4月11日)

参 考 文 献

- 〔1〕中国地质科学院地矿所编著，1977，砂矿物鉴定手册，地质出版社。
- 〔2〕华东水利学院等四校合编 1981，河流动力学，人民交通出版社。
- 〔3〕刘宝珺主编，1980，沉积岩石学，地质出版社。
- 〔4〕H.布拉特等，1981，沉积岩成因，科学出版社。
- 〔5〕H.E.赖内克等，1979，陆源碎屑沉积环境，石油工业出版社。

STUDY ON SPECIFIC GRAVITY OF MODERN SEDIMENTS IN THE HUTUO RIVER

Zhu Xuanqing He Naihua

(Institute of Geography, Hebei Province)

Abstract

After the analysis of the specific gravity of the modern sediments of the Hutuo River, the authors hold that specific gravity of sediments in channel facies, channel bar facies and point bar facies increases with the decrease of grain size along the river. As for the sediments in the natural levee facies, the specific gravity becomes smaller with the decrease of grain size from up-stream to down-stream. The specific gravity becomes smaller gradually with the decrease of grain size from the central part of the river to the banks in the cross section of the river along which the channel facies, channel bar facies, point bar facies and natural levee facies are well arranged in order. In the vertical section, just as described in this paper, the specific gravity of modern sediments varies in different sub-facies.

Through this study, it shows that the types of specific gravity curve vary in different kinds of sedimentary sub-facies. Four models of specific gravity curve are found, i. e. Mountain Model, Slope Model, Hill Model and Plain Model which are related to channel facies, channel bar facies, point bar facies and natural levee facies, respectively. It also indicates that when the grain size at down-stream bec-

comes smaller (between 3—4.5 ϕ), the larger difference of the specific gravity of various sub-facies may be clear. This phenomenon might be favourable for the study of river and that of fine sediments in lake and ocean as well.