

Many Rivers' Harnessing All Needs to Study and Revise Data of Water Sediment in the New Period

Ruishan Peng

Department of Sediment Research, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing
Email: pengrs@iwhr.com

Received: Jul. 28th, 2015; accepted: Jul. 30th, 2015; published: Aug. 6th, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

For the marked effect of long-time and large-scale water and soil conservation works in China, the ecology of many rivers basin's underlying surfaces has been definitely restored; consequently quantities of water sediment especially silt sediment into the river runoff have reduced, and in addition along with the construction of many water conservancy projects on the mainstreams and tributaries, the sediment in the downstream river has reduced significantly. In the new period with the advance of ecology civilization construction, reduction trend of sediment into rivers cannot be reversed, so that data of water and sediment measured in early stage cannot return again. They must be revised according to the variation of underlying surface and the revised data will be the basis of river harnessing planning, project design and operation. According to the uncorrected data of water and sediment for the Yellow River, the age limit of sediment prevention of the Xiaolangdi Reservoir is predicted to be 20 years and the erosion will be generated in the downstream river after 10-year operation of the Xiaolangdi Reservoir. In reality, after 14-year operation of the Xiaolangdi Reservoir, the erosion of the downstream river is continuously generated, and the quantity of silt in the reservoir is only 40% of the silt reservoir capacity. According to the uncorrected data of water sediment for the Yangtze River, quantities of incoming sediment and silt in the Three Gorges Reservoir are predicted to be more than 1 time the actual observation in recent 10 years. So revising data of water sediment is the basic study task for river harnessing in the new period.

Keywords

New Period, Variation of Underlying Surface, Ecology Civilization Construction, Revising Data of Water Sediment, River Harnessing Planning

作者简介: 彭瑞善(1933-), 男, 湖北武汉人, 1956年毕业于武汉水利学院。

文章引用: 彭瑞善. 新时期许多江河治理都需要研究修正水沙资料[J]. 水资源研究, 2015, 4(4): 303-309.
<http://dx.doi.org/10.12677/jwrr.2015.44037>

新时期许多江河治理都需要研究修正水沙资料

彭瑞善

中国水利水电科学研究院泥沙研究所，北京

Email: pengrs@iwahr.com

收稿日期：2015年7月28日；录用日期：2015年7月30日；发布日期：2015年8月6日

摘要

由于大规模长时间水土保持工作的成效，我国许多河流流域下垫面的生态得到了一定程度的修复，引起进入河流的水沙，特别是泥沙出现减少的趋势，再加上干支流水利枢纽工程的大量修建，进入下游河道的泥沙显著减少。在新时期，随着生态文明建设的大力推进，进入河流泥沙减少的趋势是不可逆转的。因此，过去观测的水沙资料，不再具有可重现的性质，必须根据下垫面的变化情况进行修正，修正后的水沙资料，才能作为河流治理规划、工程设计和运行管理的依据。黄河根据未修正的水沙资料，预测小浪底水库的拦沙年限为20年，下游河道在水库运用10年后即开始回淤，实际上，小浪底水库运用14年后，下游河道仍呈明显冲刷，水库淤积量约为淤沙库容的40%；长江根据未修正的水沙资料，预测三峡水库的入库沙量和水库淤积量，均比近10年实际观测的大一倍多，所以，修正水沙资料是新时期江河开发治理的基础性研究课题。

关键词

新时期，下垫面变化，生态文明建设，修正水沙资料，河流治理规划

1. 引言

平原冲积河流的形成和演变决定于流域的产水产沙情况，水少沙多，河床持续淤积，是形成游荡型河道的基本原因，输沙平衡是保持河道稳定的基本条件。黄河、长江河型不同的主要原因就是流域产水产沙条件的差异，水沙量及其过程是河流开发治理的基本依据。洪峰太大，威胁防洪安全，发电、灌溉、城乡供水、航运、生态环境等都需要一定的水量，维持河道的冲淤平衡和河口海岸的相对稳定也需要搭配一定数量的泥沙，水沙量及其过程的趋势性变化，将会引起河道演变特性的变化。水土保持是减少进入河流泥沙的根本措施，干支流水利枢纽工程，拦沙和调节水沙过程是河流开发治理除害兴利的主要措施，这两种措施的正确使用，对于根治黄河有极重要的意义；对于已经达到准平衡的长江，将引起河道通过冲刷，重新建立平衡的演变过程。流域来沙量的减少还有利于三峡、小浪底等枢纽工程的管理运行，增加其综合效益。凡是下垫面(包括流域地面和干支流河道)发生较大变化的河流，其开发治理，都应按观测期和预测期下垫面状况的对比修正水沙资料。

2. 中国主要河流近年水沙量变化

2.1. 流域下垫面的变化

中华人民共和国成立以来，特别是改革开放以来，全国的水土保持工作持续并逐步加大力度地进行，已取得一定成效，不但改善了生态环境，而且减少了进入河流的水沙(特别是泥沙)的数量。整理分析第一次全国水利普查的资料可知，全国水力侵蚀面积 1,293,246 km²，其中侵蚀程度最重的极强烈和剧烈的侵蚀面积为 105,541 km² (依据侵蚀强度的不同，将水力侵蚀分为轻度、中度、强烈、极强烈和剧烈 5 级)风力侵蚀面积为 1,655,916 km²，

水力、风力侵蚀面积共 2,949,162 km²。全国水土保持面积为 991619.6 km²，其中工程措施面积 200297.2 km²，植物措施面积 778478.8 km²，其它措施面积 12843.6 km²，水土保持措施面积已达水力、风力侵蚀总面积的 33.6%，达水力侵蚀面积的 76.7%，达水力极强烈和剧烈侵蚀面积的 9 倍多[1]。由于水土保持面积中包括一部分单纯防风蚀的面积，统计中未与分开，审视上述比例时应考虑此因素。水力侵蚀面积最大的为四川、云南、内蒙古、新疆、甘肃、黑龙江、陕西、山西等省(自治区)，水力侵蚀极强烈和剧烈面积最大的为四川、云南、甘肃、黑龙江、广西、重庆、陕西、山西等省(自治区、直辖市)。水土保持面积最大的为内蒙古、四川、云南、甘肃、陕西、山西等省(自治区)。

截至 2011 年底，全国江河已建水库 97,246 座，总库容 8104.10 亿 m³，在建水库 756 座，总库容 1219.02 亿 m³ [2]。

2.2. 水沙量变化

水土保持措施和干支流水利枢纽的修建，相当大地改变了各江河流域下垫面的状况，从而引起各江河水、特别是泥沙量的大幅度减少，统计分析了长江、黄河、淮河、海河、珠江、辽河、闽江、松花江、钱塘江、塔里木河和黑河 11 条中国主要河流代表水文站的实测水沙资料得出，2003~2011 年的均值与 1950~2000 年的均值相比，这些河流年径流量减少 9.2%~76.4% (黑河因从外流域引水除外)，按 10 条江河的百分比平均减少 26.0%，年输沙量，除松花江只减少 2.6% 以外，其余 10 条江河减少 28.2%~99.0%，按百分比平均减少 66.1%，海河、辽河均减少 90% 多，黄河减少 78%，长江、珠江减少 67%、淮河减少 64%，沙量的减少明显大于水量的减少。

3. 长江干流近年水沙量变化

3.1. 流域下垫面的变化

整理分析第一次全国水利普查的资料，长江流域青海、西藏、四川、重庆、云南、贵州、湖北、湖南、安徽、江西等省(自治区、直辖市)总计的水土保持工程面积为极强烈和剧烈水力侵蚀面积的 1.6 倍，水土保持合计面积为水力侵蚀合计面积的 71%。青海、西藏、四川、重庆、云南、贵州为进入三峡水库的流域，前述两项数值分别为 107.8% 和 55.7%，水力侵蚀最严重的为四川、云南两省，其水力侵蚀面积分别为 114,420 km² 和 109,588 km²，其中极强烈和剧烈水力侵蚀面积分别为 14,513 km² 和 14,088 km²，都是各省(自治区、直辖市)中最大的，特别是四川省为长江流域产水产沙最多的省，其水土保持工程措施面积已达极强烈加剧烈水力侵蚀面积的 112.5% (上述各项面积中均包括部分不属于长江流域的面积) [1]。

长江流域已建大型水库 217 座，中型水库 1259 座，干流修建的三峡、葛洲坝、溪落渡、向家坝等大型水利枢纽工程，具有相当大的拦截泥沙和调节水沙的功能。

3.2. 水沙量变化

流域地面的各种水土保持措施和干支流河道上修建的水利枢纽工程，相当大地改变了流域下垫面的状况，使进入长江的沙量明显减少。统计分析实测水沙资料得出，2002~2012 年均值与 1950~2010 年均值相比，年输沙量，长江干流寸滩站减少 52.8%，宜昌站减少 85.1%，大通站减少 59.8%，年径流量，寸滩站减少 4.3%，宜昌站减少 9.3%，大通站减少 5.0%。2002~2012 年均值与 1950~2000 年均值相比，年输沙量，寸滩站减少 55.2%，宜昌站减少 87.1%。三峡水库 2003 年 6 月开始蓄水运用，长江朱沱、嘉陵江北碛和乌江武隆三站为入库站，2002~2012 年均值与 1954~2000 年均值相比，年输沙量，朱沱站减少 44.4%，北碛站减少 77.0%，武隆站减少 76.3%，三站合计减少 55%，年径流量三站合计减少 7.3%。据 2013 年 10 月，新华社记者采访中国长江三峡集团公司的报道，“自 2003 年三峡工程开始蓄水以来，由于长江上游水库拦沙、水土保持等原因，三峡水库年均入库沙量为 1.9 亿吨，较初步设计值 5.09 亿吨减少 62.7%，而随着上游多座水库逐步投运，三峡水库的年均入

库泥沙量还将进一步减少。……三峡水库蓄水以来,年均淤积量为论证阶段预测值的42%” [3]。另据2012年8月23日(央视新闻联播)和24日(央视网消息),“长江上游的生态状况发生了巨大变化,上世纪80年代遥感显示,长江流域当时曾是我国七大江河中水土流失最严重的,如今,作为长江重要水源涵养地,四川森林覆盖率由2000年的25%提高到35%,四川境内输入长江的泥沙减少了46%”。

4. 黄河近年水沙变量变化

4.1. 流域下垫面变化

黄河流域黄土高原面积为64万 km^2 ,其中水土流失面积45.4万 km^2 (水力侵蚀面积33.7万 km^2 ,风力侵蚀面积11.7万 km^2)黄河泥沙主要来自黄河中游河口镇至三门峡区间,按1919~1960年统计,该区间年输入黄河的泥沙约14.5亿吨,占全河年输沙量16亿吨的90.6%,河口镇至龙门区间的18条支流,泾河的马莲河上游和蒲河,以及北洛河的刘家河以上为多沙粗沙区,面积7.86万 km^2 ,年均输入黄河的泥沙为11.8亿吨,占全河年沙量的63%,粗沙(粒径大于0.05 mm)量占全河粗沙总量的73% [4]。截至2004年,黄河流域已建淤地坝11.2万座,造林、种草和基本农田面积共计约18万 km^2 ,水土保持措施面积累计达20万 km^2 [5]。整理分析截至2011年的全国水利普查资料,黄河流域的青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南七省(自治区)总计水力侵蚀面积近40万 km^2 ,其中极强烈和剧侵蚀面积2.7万 km^2 ,水土保持措施合计面积约34.4万 km^2 ,占水力侵蚀面积的86.1%。黄河中游主要产沙的内蒙、陕西、山西三省(自治区)合计水力侵蚀面积约24.3万 km^2 ,水土保持措施合计面积近22万 km^2 ,占水力侵蚀面积的90%(上述各项面积中均包括部分不属于黄河流域的面积) [1]。

黄河上游干流已建龙羊峡,刘家峡两座大型调节水库及10多座电站、引水枢纽工程。直接影响黄河下游洪水泥沙的黄河中游干流已建万家寨、龙口、天桥、三门峡、小浪底、西霞院等水利枢纽工程,支流建有渭河宝鸡峡、汾河汾河、伊川陆浑、洛河故县、沁河河口村等水库[6]。其中小浪底、三门峡、万家寨等水库和支流水库都具有一定调节水沙的能力,在拦沙库容淤满以前还具有拦截粗泥沙的作用。

4.2. 水沙量变化

水土保持措施和水利枢纽工程相当大地改变了黄河流域下垫面的状况,黄土高原水土流失减少和水库拦沙等原因,使进入下游河道的水,特别是泥沙显著减少[7] [8],统计小浪底水库建成前后进入黄河下游(花园口站)的水沙量,2000~2013年均值与1950~2000年均值相比,年径流量约减少36%,年输沙量减少90%,含沙量减少84%,来沙系数减少了75%,因而使黄河下游河道由持续淤积转变为持续冲刷。依据过去观测的水沙资料,规划预测小浪底水库运用10年后,下游河道即开始回淤,实际上小浪底水库运用14年后下游河道的冲刷仍在发展,1999.10~2013.10的14年,黄河下游河槽共冲刷泥沙18.488亿 m^3 ,平均每年冲刷1.32亿 m^3 ,其中高村以上冲刷12.355亿 m^3 ,平均年冲刷0.882亿 m^3 ,高村以下冲刷6.133亿 m^3 ,平均年冲刷0.438亿 m^3 ,小浪底建库前的1951.10~1999.10的48年,黄河下游共淤积泥沙55.24亿 m^3 ,平均年淤积1.15亿 m^3 ,其中超过一半淤积在滩地上。依据过去观测的水沙资料,规划预测小浪底水库拦沙为20年,实际上,水库运用14年后,淤积量只占拦沙库容的40%。

5. 修正水沙资料是新时期许多江河开发治理新的研究课题

5.1. 修正水沙资料的必要性

进入河道的水沙径流是降雨与流域下垫面相互作用所产生的,下垫面遭遇降雨以后,在自身发生变化的过程中,对雨水的去向进行分配,即多少水保留在原地附近储存,入渗,蒸发,多少水沙形成地表径流,由沟道汇入支流、干流河道。对雨水的分配状况(产流)和自身变化的程度(产沙)决定于降雨的数量、强度、过程,持续时间和下垫面的条件(地形、植被、土质类型、结构、密实度、含水量等)及气候日照等因素[5]。当降雨条件相

同时,下垫面的条件就是流域产流产沙的决定性因素。

水沙观测资料的系列年限越长,预测今后的水沙条件越接近实际,这是公认的理念,但由于近年江河流域下垫面的巨大变化,在发生与过去相同的降雨,进入各河段的水沙(特别是泥沙)量及其过程将与过去实测的水沙资料存在相当大的差异,按常规用过去观测的水沙资料,分析预测以后的水沙条件,将产生很大偏差[9]。

近年发生与过去相同的降雨,引起进入下游河道水沙变化的主要原因有二:一是水土保持措施改变了流域地面对降雨的产流产沙特性,从而引起进入河道水沙量及其过程的变化;二是干支流水库拦沙及调节水沙,使出库进入下游河道的水沙量及其过程与入库的水沙量及其过程不同,其差异决定于水库的库容和运用方式等因素,本文不具体讨论。对于流域地面变化引起的产流产沙变化,则需根据观测期和预测期流域下垫面条件的对比,分时段分原因进行修正,才能恢复其重现的性质[10]。

河流开发治理的基本目标是除害兴利,即保障防洪(包括防凌)安全,城乡供水(包括灌溉)、发电、航运、生态环境等,开发治理的主要措施是水土保持、修建水利枢纽工程、提防、河道整治工程等,以及采取各种有利于实现上述目标的非工程措施。来水来沙的数量、搭配及其过程是实现开发治理目标,选择治理措施最基本的依据。供水、航运、生态环境都要求一定的流量过程和平衡稳定的河道,发电的功率决定于流量与落差的乘积,以上4项都是水量越大,流量均匀可调节则效益越大,防洪也要求水库调节洪峰与河道平衡稳定,而水库淤积、河道的平衡稳定均与来水来沙的数量、水沙搭配及过程有关。人民共和国成立以来,黄河治理工作取得很大成绩,但也存在一些失误,失误的主要原因是流域进入河道的泥沙数量预测错误。修建三门峡水库时,由于对来沙量预测过少,一开始蓄水运用,即遭遇库区严重淤积,潼关河床迅速抬高,以致威胁渭河乃至西安市的防洪安全,三门峡水库被迫改建并改变运用方式,效益大大减少;近年,又根据过去观测的水沙资料,对黄河中游黄土高原进入黄河的泥沙量预测过多,算得小浪底水库的拦沙年限为20年,下游河道在水库运用10年后即开始回淤,因而继续采取对滩区人民不利的“宽河固堤”的下游河道治理方略,结果是预测值与实际发生的情况相差悬殊。对来沙量预测的“一少一多”,使治黄工作遭受损失[11]。按照过去观测的水沙资料,分析预测长江三峡水库的入库沙量和水库淤积量,均与近年实测的成果相差很大,入库沙量较初步设计值减少约6成,水库淤积为预测值的42%,四川省输入长江的泥沙减少了46%。由此可见,来沙量预测的准确性,对江河开发治理是非常重要的。在大力推进生态文明建设的新时期,许多江河流域的下垫面都会发生不同程度的变化,不单中国,全球都已重视改善生态环境,“在过去半个世纪里,……全世界河流每年输送到海洋的泥沙已经从大约400亿吨降低到190亿吨,密西西比河减沙70%至80%,尼罗河减沙90%以上”[12]。对于下垫面发生较大变化的河流,过去观测的水沙资料,已经丧失或改变了其再重现的性质,不能直接用于分析预测未来的水沙条件,必须根据观测期与预测期下垫面状况的对比进行修正,因此,修正水沙资料是新时期许多江河开发治理的基础性研究课题。

修正水沙资料是一项新的研究课题,必须根据各条江河、各个河段在各个时期流域下垫面变化的具体情况,考虑影响流域产流产沙各种因素的变化进行修正。利用修正后的水沙资料进行江河的规划治理,将会取得明显的效益,例如,对进入黄河中游的水沙资料修正后,就能较准确地计算出小浪底水库的拦沙可以延长多少年,黄河下游将会由沿程冲刷趋向冲淤交替的准平衡状态,持续淤积的情况不会再发生。因而可将黄河下游治河方略中的“宽河固堤,政策补偿”修改为“关注滩区、两岸引水和滞洪区”。按一定的防洪标准,合理完善地修建生产堤,以改善滩区人民的生产生活条件,逐步建成小康社会,并尽快修建古贤水库和东庄水库(均属国务院布署的172项重大水利工程项目),坚持加强黄土高原的水土保持工作,把黄河治理成中国第二条长江——北方长江的愿望是可以实现的[10]。

5.2. 修正水沙资料与水土保持成果的关系

修正水沙资料是联系水土保持成果和江河开发治理工作之间的一座“桥梁”,水土保持成果通过这座“桥

梁”就能输送到江河开发治理的各项工作中去,水土保持工作成果对江河治理规划,工程设计和运用管理的影响,只有通过修正水沙资料才能在规划设计和运用管理的具体工作中体现出来,才能使预测的水沙条件更接近实际,使规划设计方案经得起实践的检验,才能提高工程运用管理的综合效益。

修正水沙资料的依据和前提是水土保持工作改善流域下垫面的状况。新时期,大力推进生态文明建设,水土保持工作必然会继续进行并加强。在水土保持工作还处于巩固扩展阶段,即下垫面还处于变化过程中,修正水沙资料也是阶段性的,随着水土保持工作的逐步发展,一段时间后,水沙资料也需要再做相应的修正,直到流域下垫面修复完善并长期巩固稳定,才能完成最后一次修正并长期使用。需要强调指出,一旦水土保持成果遭到破坏,水沙资料将进行反向修正(泥沙大量增加),江河开发治理工作成果将遭受重大损失,所以,巩固水土保持成果是维护江河开发治理效益的基础。

致 谢

本文所用的水沙、工程等基本资料,除注明参考文献的以外,均引自历年全国和各河流泥沙公报和水资源公报。本研究得到中国水科院科研专项(泥集 0820)基金资助,一并致谢。

参考文献 (References)

- [1] 水利部. 第一次全国水利普查水土保持情况公报[URL], 2013.
<http://210.47.47.44/uploads/files/20140324/74401395671894046.pdf>
Ministry of Water Resources. Bulletin of first national census for water and soil conservation, 2013. (in Chinese)
<http://210.47.47.44/uploads/files/20140324/74401395671894046.pdf>
- [2] 水利部, 国家统计局. 第一次全国水利普查公报[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013: 3.
Ministry of Water Resources, National Bureau of Statistics. Bulletin of first national census for water. Beijing: China Water Resources and Hydropower Press, 2013: 3. (in Chinese)
- [3] 刘紫凌, 梁建强. 三峡蓄水十年泥沙比预期减少约 6 成[URL], 2013.
http://news.xinhuanet.com/local/2013-10/17/c_117764828.htm
LIU Ziling LIANG Jianqiang. Silt is about 60% less than predict and while the Three Gorges Reservoir operate in 10 years, 2013. (in Chinese)
http://news.xinhuanet.com/local/2013-10/17/c_117764828.htm
- [4] 李国英. 黄河问答录[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2009: 86-87.
LI Guoying. Problems and answers for harnessing the Yellow River. Zhengzhou: Yellow River Water Resources Press, 2009: 86-87. (in Chinese)
- [5] 彭瑞善. 黄河综合治理思考[J]. 人民黄河, 2010, 32(2): 1-4.
PENG Ruishan. Ponder over integrated management of the Yellow River. Yellow River, 2010, 32(2): 1-4. (in Chinese)
- [6] 《中国河湖大典》编纂委员会. 中国河湖大典·黄河卷[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014: 367-371.
Editorial Committee of Encyclopedia of Rivers and Lakes in China. Encyclopedia of rivers and lakes in China. Section of the Huanghe River Basin. Beijing: China Water Resources and Hydropower Press, 2014: 367-371. (in Chinese)
- [7] 王万忠, 焦菊英, 魏艳红, 王志杰. 近半个世纪以来黄土高原侵蚀产沙的时空分异特征[J]. 泥沙研究, 2015, 2: 9-16.
WANG Wanzhong, JIAO Juying, WEI Yanhong and WANG Zhijie. Spatial-temporal differentiation characteristics of erosion sediment yield on the Loess Plateau during the recent half century. Journal of Sediment Research, 2015, 2: 9-16. (in Chinese)
- [8] 何毅, 穆兴民, 赵广举, 高鹏. 基于黄河河潼区间输沙量过程的特征性降雨研究[J]. 泥沙研究, 2015, 2: 53-59.
HE Yi, MU Xingmin, ZHAO Guangju and GAO Peng. Variation of erosive rainfall and extreme rainfall based on processes of sediment discharge in Hekou-Tongguan reach of the Yellow River. Journal of Sediment Research, 2015, 2: 53-59. (in Chinese)
- [9] 彭瑞善. 修正水沙资料是当前治黄的基础性研究课题[J]. 人民黄河, 2012, 34(8): 1-5.
PENG Ruishan. Revise data of water and sediment are basic study task for harnessing the Yellow River at present. Yellow River, 2012, 34(8): 1-5. (in Chinese)
- [10] 彭瑞善. 适应新的水沙条件加快黄河下游治理[J]. 人民黄河, 2013, 35(8): 3-9.
PENG Ruishan. Conforming to new condition of water and sediment and speeding up harnessing the Lower Yellow River. Yellow River, 2013, 35(8): 6-9. (in Chinese)
- [11] 彭瑞善. 对近期治黄科研工作的思考[J]. 人民黄河, 2010, 32(9): 6-9.

PENG Ruishan. Ponder over scientific research work for harnessing the Yellow River in the near future. Yellow River, 2010, 32(9): 6-9. (in Chinese)

[12] 王兆印. 三门峡水库的功过和未来展望[URL], 2014.

<http://www.yellowriver.gov.cn/hdpt/wypl/201412/t20141225-149383.html>

WANG Zhaoyin. Merits and demerits and future of the Sanmenxia Reservoir, 2014. (in Chinese)

<http://www.yellowriver.gov.cn/hdpt/wypl/201412/t20141225-149383.html>