

# 渭河下游临渭区河段砂石资源贮量分析

刘涛<sup>1</sup>, 石长伟<sup>1,2</sup>

(1. 陕西省江河水库管理局, 陕西 西安 710018; 2. 陕西省河流工程技术研究中心, 陕西 西安 710018)

**摘要:** 介绍了渭河下游临渭区开展砂石资源贮量分析的目的、意义与工作方法, 通过勘探初步查明了临渭区河段空间分布、静贮量, 对砂石质量进行了评价。结果表明: 临渭区河段砂石资源埋深介于 2.9 ~ 10.6 m, 可用砂层平均厚度为 13.06 m, 静态贮量为 6 812 万 m<sup>3</sup>, 主槽中的中粗砂可以作为 3 区建筑用砂, 筛选后有可能达到 2 区用砂。分析了采砂对河道的影响, 根据实测资料得到临渭区河段砂石多年平均可能静态补给量约为 252 万 m<sup>3</sup>, 并提出了在实际采砂管理中应采取的措施。

**关键词:** 砂石资源贮量; 砂石分布; 砂石补给; 渭河下游

中图分类号: TU521

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2014)02-0233-04

## Analysis of sand resources storage in Linwei section of lower reaches of Weihe River

LIU TAO<sup>1</sup>, SHI Changwei<sup>1,2</sup>

(1. River Basin and Reservoir Bureau of Shaanxi Province, Xi'an 710018, China;

2. Shaanxi Engineering Research Center of River, Xi'an 710018, China)

**Abstract:** This paper introduced the purpose, significance and method of analysis of sand resources storage in the Linwei section of lower reaches of Weihe River. Through exploration, it preliminarily identified the static storage and spatial distribution of sand resources in the area, and evaluated the quality of gravel. The results show that the depth of sand resources in the Linwei section is from 2.9 to 10.6 meters, the average thickness of used sand layer is 13.06 meters, the static storage capacity is 68.12 million cubic meters, the sand of main channel can be used as building sand of the third district and after screening the sand is likely to reach the standard of the second district. The paper analyzed the impact of sand mining on river. In accordance with the measured data, it analyzed the average capacity of static recharge for many years which is about 2.52 million cubic meters. Finally the paper put forward some measures to be taken in the actual management of sand mining.

**Key words:** sand resources storage; sand distribution; sand recharge; lower reaches of Weihe River

## 1 渭河临渭区河段河道概况

### 1.1 基本情况

渭河下游是 1960 年建成的三门峡水库的库区和影响区, 渭南市临渭区河段(右岸由零河口至赤水河口; 左岸西起西安市临潼区油槐乡南赵村, 东至临渭区孝义乡孝南村)河道处于渭河下游中段, 河长 37.5 km, 属于游荡型河段向蜿蜒型河段的过渡河段和蜿蜒型(曲流)河段, 其中赤水河口以上为过渡河段, 赤水河口以下为蜿蜒型河段。

渭河下游泥沙淤积严重, 2002 年汛后淤积量最

大为 13.2182 亿 m<sup>3</sup>; 之后, 在采取桃汛调水调沙、潼关河段清淤、小北干流放淤等多种措施, 渭河下游局部侵蚀基准潼关高程下降约 1.0m 左右的情况下, 渭河下游河道泥沙淤积有所减少, 至 2012 年汛后渭河下游共淤积泥沙 10.9683 亿 m<sup>3</sup>。可以看出, 从渭河下游整体上看, 泥沙淤积已较最严重的 2002 年汛后减少 2.2499 亿 m<sup>3</sup>, 淤积状况有所缓解。但是, 临渭区河段泥沙累计淤积量仍达 1.8187 亿 m<sup>3</sup>, 河道泥沙淤积仍处在波动发展过程中。因此, 对属于三门峡库区淹没区及影响区且临背差 2.5 ~ 4 m、防洪形势严峻的临渭区河段来说, 疏浚采砂对临渭区河段减少泥沙淤积、

收稿日期: 2013-10-15; 修回日期: 2013-11-12

基金项目: 陕西省水利科技项目(2011-09)

作者简介: 刘涛(1964-), 男, 陕西渭南人, 工程师, 主要从事水利工程建设与管理、水政许可与管理等工作。

理顺河势仍具有重要的现实意义<sup>[1]</sup>。

## 1.2 地质概况

渭河下游河床具有典型的上下二元结构<sup>[2]</sup>,临渭区所在交口-赤水段是受三王-雨金断层影响突出的河段,沉积物组成下粗上细,分选差,粗细混杂。渭淤17#至13#断面间河床质以细砂为主,大于2 mm的砾卵石仅占2%~3%,河漫滩由细砂和粉砂组成,河岸主要为壤土、粘土,粘粒含量达30%以上。

## 1.3 河段泥沙颗粒级配情况

渭河下游连续宽级配床沙的输移过程表现为输沙率从总的趋势上是随流速的增大而增大的连续过程。由于床沙组成与来水条件、边界条件及河道形态等因素有关,在渭河下游有泾河和南山支流汇入或受抛石护岸等局部因素影响,使局部河段床沙粒径大于1 mm在级配曲线中占有一定的百分数。临渭区以下河段,除南山支流零河、尤河、赤水河入渭河口段外,河床组成基本上为中细沙。

# 2 砂石资源贮量勘探

河道砂石资源一般具有质地优良、容易开采、容易筛分、容易运输等特点,除普通资源可利用属性外,它同时是河道的重要组成部分,是保持河床稳定和水流动力平衡的必不可少的重要特质基础,具有稳固河岸、造成淤积或冲刷改变河势、引发防洪安全灾害等其它资源不具有的特殊属性<sup>[3]</sup>。

根据近年来库区各河段非汛期河道采砂及其管理实践,目前库区河道砂石资源分布、储量等基本情况资料缺乏,不能适应对采砂日常监督管理工作和采砂招标投标工作的需要。对渭河下游河道砂石资源分布、储量等基本情况进行系统的摸底调查,对有计划、有目的、有序地利用河道砂石资源,以及加强渭河下游采砂管理等有着重要意义。

## 2.1 勘探基本情况

本次勘探依原渭河已有测淤断面位置布置勘探线,沿河流纵向勘探线间距控制在7.3~9.9 km之间,垂直河流勘探点间距控制在150~200 m之间,布置的勘探点及勘探线;本次勘查共布勘探钻孔16眼,单孔深度12~19 m,勘探总进尺313.00 m,所有钻孔均为取样孔,取筛分扰动样108件,室内测试扰动样53件,扰动样含泥量测试4组,工作量统计详见表1。

表1 勘查工作量统计一览表 m/眼,件,组

| 勘探点测放 | 钻孔        | 取扰动样 | 筛分试验 | 含泥量测试 |
|-------|-----------|------|------|-------|
| 16    | 313.00/16 | 108  | 53   | 4     |

## 2.2 砂石资源空间分布

由勘探资料绘制各断面可利用的建筑用砂资源的横剖面、纵剖面分布图分析可知:可以作为建筑用砂的中粗砂主要分布在渭河主槽及漫滩、边滩的下部,各剖面可用砂从滩面算起的平均深度及勘探深度(按当前一般开采最大深度确定,枯水期水位以下15.0 m,下同)内的分布情况详见表2。

表2 临渭区河段枯水期水位以下15 m内各断面可利用砂资源分布情况 m

| 断面编号 | 孔号              | 可采砂层顶面埋深 | 平均埋深 | 可采砂层顶面标高 | 平均标高   | 可采砂层厚度 | 平均厚度  |
|------|-----------------|----------|------|----------|--------|--------|-------|
| 19#  | Z <sub>1</sub>  | 7.8      | 6.40 | 340.47   | 339.97 | 12.5   | 12.70 |
|      | Z <sub>2</sub>  | 5.8      |      | 342.08   |        | 14.4   |       |
|      | Z <sub>3</sub>  | 5.7      |      | 338.41   |        | 12.3   |       |
|      | Z <sub>4</sub>  | 6.4      |      | 338.91   |        | 11.6   |       |
|      | Z <sub>5</sub>  | 6.2      |      | 340.90   |        | 16.2   |       |
| 17#  | Z <sub>6</sub>  | 8.1      | 5.67 | 339.49   | 339.85 | 14.1   | 15.20 |
|      | Z <sub>7</sub>  | 5.5      |      | 337.54   |        | 13.0   |       |
|      | Z <sub>8</sub>  | 2.9      |      | 341.48   |        | 17.5   |       |
|      | Z <sub>9</sub>  | 7.4      |      | 337.10   |        | 12.8   |       |
| 15#  | Z <sub>10</sub> | 6.7      | 6.63 | 337.97   | 336.95 | 13.7   | 12.62 |
|      | Z <sub>11</sub> | 7.0      |      | 335.37   |        | 11.0   |       |
|      | Z <sub>12</sub> | 5.4      |      | 337.37   |        | 13.0   |       |
|      | Z <sub>13</sub> | 8.3      |      | 335.10   |        | 13.1   |       |
| 13#  | Z <sub>14</sub> | 7.2      | 8.53 | 336.25   | 334.24 | 14.2   | 11.73 |
|      | Z <sub>15</sub> | 8.0      |      | 332.61   |        | 9.6    |       |
|      | Z <sub>16</sub> | 10.6     |      | 333.01   |        | 10.6   |       |

渭河下游临渭区段渭河河槽可以作为建筑用砂的中粗砂主要分布在渭河主槽及漫滩、边滩的下部。由表可知,可用砂顶面埋深介于2.9~10.6 m,13#至19#断面可用砂顶面平均埋深分别为8.53、6.63、5.67、6.40 m,河段可用砂顶面平均埋深为6.81 m;可用砂层厚度介于9.6~17.5 m,13#至19#断面可用砂层厚度分别为11.73、12.62、15.20、12.70 m,河段可用砂层平均厚度为13.06 m。

## 2.3 砂石资源静态贮量

静态储量计算是指在不考虑河流淤积的情况下,考虑各段河槽的曲流长度及主槽宽度计算的开采范围内可供利用的建筑用砂储量。经计算,枯水期水位以下15、13、11、9、7 m范围内可供利用的建筑用砂的静态可利用总储量分别为6 812万、5 804万、4 796万、3 788万、2 780万 m<sup>3</sup>。

## 2.4 砂石资源质量评价

渭河主槽目前为堆积阶段,主槽岩性以中粗砂为

主。从试验结果<sup>[4]</sup>来看,临渭区主槽中的中粗砂可以作为3区建筑用砂,上游渭淤19#断面附近,颗分资料显示已接近2区砂,为较为理想的混凝土细骨料。从下游向上游,中值粒径 $d_{50}$ 为0.39~0.50 mm,细度模数为1.8~2.2,渭河主槽的沉积粒径明显变粗。

上述数据为天然状态下的测试数据,采用抽砂船,利用传送带输送采砂,开采过程中可有效地将砂中的泥质含量、极细砂( $<0.158$  mm)及部分微细砂( $<0.315$  mm)筛选掉,使砂质总体颗粒更粗,有可能达到2区砂。

## 2.5 勘探成果合理性分析

本次勘探点线布置能够控制河道建筑用砂的纵向分布,具有较好的代表性,间距是较为适宜的;勘探深度确定参照了临渭区河段目前采砂实际深度,能够满足该河段建筑用砂贮量分析的要求,充分证明了勘探的结果是合理的。

## 3 采砂对河床的影响分析

### 3.1 采砂对河道局部纵坡面和横断面的影响分析

河道采砂后改变了河道的天然状态(适应于一定自然水沙条件的相对稳定),在引起河道纵坡面发生调整的同时,河道横断面也会发生相应变化。采砂坑对河道影响可以分为3个阶段:

第一阶段为溯源冲刷阶段。在洪水期,砂坑的存在相当于降低了砂坑上游一定范围河道的局部侵蚀基准面,洪水淘刷泥沙形成较深的冲槽,砂坑上缘坡面不断向上发展形成溯源冲刷,冲槽达一定深度时沟岸发生坍塌,横断面随之发生变化以适应局部水沙的运动。随着水流挟带的泥沙淤积在坑槽内,局部侵蚀基准面逐渐抬高,溯源冲刷主流沟的水面坡降同样减小,冲刷强度减弱。

第二阶段为过渡阶段。河道通过冲淤调整,采砂坑上下游一定范围全河段纵比降逐步趋向于一致;同时,在采砂坑下游一定范围扩展过程中,水流横向次生流发生变化,不断淘刷砂坑缘的河床,使冲刷范围加剧扩大;河床的调整就是冲刷河床突出部位而回淤低洼处,采砂坑横断面不断展宽、范围不断扩大的过程。由于临渭区河段是淤积性河道,在砂坑内淤积的多,未采砂河段淤积的少,通过冲淤位置和分布的变化横断形态也发生调整变化,在洪水期时这调整变化作用十分明显。

第三阶段为河流天然演变阶段。经过冲淤调整,砂坑所在河段与上下游河段形成基本一致的总体坡降;此坡降与原坡降虽不完全相同,但此坡降和

横断面形态在此后河道冲淤调整中,已不存在由砂坑造成的局部河段坡降和断面形态的急变,河道演变将逐渐接近正常的天然演变。

以上分析可以看出,采砂坑的大小和深浅对河道局部的纵坡面和横断面形态有着重要的影响。因此,必须通过确定采砂区的采砂量来控制采砂坑的大小,使其影响在可控的范围内。

### 3.2 采砂在河道不同位置的影响分析

在图1所示不同位置的采砂坑,在砂坑所在河段平均流量一定的情况下,根据文献<sup>[3]</sup>试验表明,1号砂坑位于顺直河流主流线上,下游端宽度很快发生大范围的冲刷;2号砂坑位于河流弯道内侧凸岸,砂坑变化速度较快,整个砂坑被泥沙填满的时间较短;3号砂坑位于河流弯道外侧凹岸,砂坑变化速度较慢,砂坑被泥沙填满的时间较长,且原有的砂坑在向下游方向移动中被泥沙填平。在顺直河段,砂坑长度减小或宽度增大,会使其上游边界向下游方向移动的速度变缓;砂坑的长度与宽度增大,导致砂坑的泥沙填充速度下降,且宽度影响更为明显,砂坑下游侧的冲刷使其宽度有相当快的扩展。

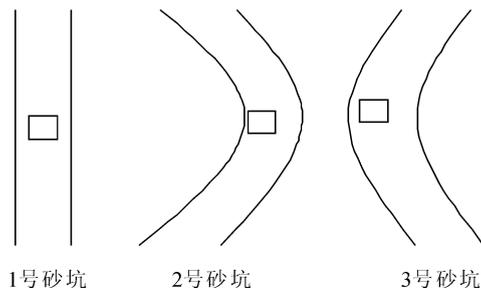


图1 不同采砂坑位置示意图

可见,采砂坑位于不同形状的河道或不同位置时,所引起水流流态变化是不同的。当采砂坑位于河道中间,在一段时间内水流仍可维持平衡,但次生流已有变形,角部次生流不断淘刷堤岸;如果砂坑位于主流一侧,则断面的次生流变化较为明显,可能形成类似于弯道水流的断面环流。

## 4 临渭区河段砂石年补给量分析

渭河下游河道中的推移质泥沙在床面推移具有明显的输移带,其位置和宽度取决于流量的大小、主流线位置和河道环流的强弱等因素。由于目前渭河下游临渭区河段仍处于不断淤积的过程中,该河段的悬移质中的中粗泥沙理论上在适当的水流条件下皆可能停止运动而淤积在临渭区河段河床上;但由于水流条件的限制,一般情况下洪水与输沙相对应,能够淤积在临渭区河段的泥沙在自然条件下要远较

输沙总量小,建库以来1962年淤积测量至2006年汛后45年该河段共淤积泥沙26240万 $m^3$ ,年均泥沙淤积583万 $m^3$ 占年均输沙量的2.5%。

由河道断面主槽汛后水下部分淤积物泥沙颗粒成果统计情况(表3)可以看出,临渭区河段各断面

表3 临渭区河段汛后各断面主槽淤积物颗粒粒径级成果统计表

mm, %

| 断面              | 临渭区河段汛后各断面水下淤积物大于某粒径的沙重百分数 |       |       |      |       |      |      |      |     |     |     |     |
|-----------------|----------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
|                 | 0.05                       | 0.010 | 0.025 | 0.05 | 0.010 | 0.16 | 0.25 | 0.50 | 0.1 | 2.0 | 5.0 | 10  |
| 13 <sup>#</sup> | 95.4                       | 92.7  | 82.0  | 63.8 | 46.7  | 36.7 | 21.7 | 4.7  | 0.6 | 0.2 |     |     |
| 14 <sup>#</sup> | 95.5                       | 92.0  | 80.9  | 60.3 | 44.5  | 37.8 | 27.6 | 8.0  | 1.2 | 0.1 |     |     |
| 15 <sup>#</sup> | 94.3                       | 91.3  | 79.5  | 59.5 | 42.9  | 34.5 | 21.9 | 4.5  | 0.6 | 0.2 |     |     |
| 16 <sup>#</sup> | 94.8                       | 91.3  | 79.2  | 57.1 | 39.0  | 32.2 | 21.8 | 5.3  | 0.9 | 0.2 |     |     |
| 17 <sup>#</sup> | 94.2                       | 89.1  | 80.2  | 61.2 | 46.4  | 38.3 | 26.1 | 7.2  | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 18 <sup>#</sup> | 95.6                       | 91.6  | 79.8  | 56.2 | 34.8  | 27.8 | 17.4 | 3.1  | 0.2 | 0.1 |     |     |
| 19 <sup>#</sup> | 96.1                       | 93.6  | 81.7  | 62.2 | 41.8  | 34.8 | 24.3 | 6.5  | 0.7 | 0.2 |     |     |
| 20 <sup>#</sup> | 96.5                       | 93.8  | 84.7  | 67.3 | 49.9  | 43.2 | 33.1 | 13.3 | 3.0 | 1.3 | 0.5 | 0.3 |
| 平均              | 95.3                       | 91.9  | 81.0  | 61.0 | 43.3  | 35.7 | 24.3 | 6.6  | 1.0 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |

通过临渭区河段大于0.16 mm以上的可利用泥沙(华县站)年输沙量约568万 $m^3$ ,远大于河道年均自然淤积中粗砂量252万 $m^3$ ;若把年淤积中的粗砂全部挖走,来沙量粗砂能够补充并落淤形成较稳定的河床。分析表明河段具体的补给量还与开采量有关,若采砂量较小,补给量应接近砂石自然淤积量252万 $m^3$ ;临渭区河段开采量大于0.16 mm以淤积量208万 $m^3$ 时,该河段淤积状况将有一定程度的减轻,即采砂对减缓淤积有一定的作用。

各开采段的补给量既与河段河道本身输水输沙有关,又与其年开采量有关,在其上年采砂量远小于下年河道输沙量的条件下,采砂具有多采多补的特点,即河道输移泥沙首先易在采砂坑回落淤积。

综合上述分析,渭河下游临渭区河段砂石多年平均可能静态补给量约252万 $m^3$ ;在进行砂石资源利用的情况下,渭河下游临渭区河段砂石多年平均可能补给量252万~568万 $m^3$ 之间。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1)渭河主槽目前为堆积阶段,主槽岩性以中粗砂为主。砂的成份以石英、长石为主,分选、磨圆均较好,泥质含量少。渭河主槽中堆积的中粗砂可以作为3区建筑用砂,上游渭淤19<sup>#</sup>断面附近,颗分资料显示已接近2区砂,为较为理想的砣细骨料。

(2)按当前一般开采最大深度枯水期河水位以下15.0 m范围,主槽宽度范围内计算的可供利用的建筑用砂静态可利用储量为6 812万 $m^3$ 。

主槽淤积物颗粒粒径平均大于0.10 mm以上的比例介于34.8%~49.9%之间,平均43.3%;根据临渭区河段河道淤积物组成的比例,1962年以来临渭区河段的年均淤积泥沙中粒径大于0.10、0.16 mm以上的泥沙约分别为252万、208万 $m^3$ 。

(3)临渭区河段采用抽砂船、利用传送带输送采砂,开采过程中可有效地将砂中的泥质含量、极细砂及部分微细砂筛选掉,使砂质总体颗粒更粗,有可能达到2区砂。

(4)渭河下游临渭区河段砂石多年平均可能静态补给量约252万 $m^3$ ;在进行砂石资源利用的情况下,渭河下游临渭区河段砂石多年平均可能补给量252万~568万 $m^3$ 之间。

### 5.2 建议

(1)建议采砂应尽量采用较大的抽砂船及传送带输送采砂,以便将细颗粒筛选掉,使所采砂砂质更优。

(2)今后河道管理中,应根据勘探成果结合有关规定,制定合理的采砂规划用以指导采砂许可与日常管理。

(3)在今后采砂许可管理中,若河势发生较大变化,根据实际应用该分析成果时,应根据当年的河宽进行评估确定,对贮量进行重新估算后才能用于管理控制。

### 参考文献:

- [1] 石长伟,马雪妍,晁代文,等. 渭河临渭区段河道采沙堆沙对行洪蓄洪的影响[J]. 人民黄河,2012,34(12):20-21+77.
- [2] 陕西省水利厅. 渭河流域近期重点治理规划可行性研究报告[R]. 西安,陕西省水利厅,2005.
- [3] 王金生. 河道采砂与管理[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006.
- [4] 陕西省地矿局第七工程勘察所,渭河下游临渭区段渭河主槽建筑用砂资源勘查报告[R]. 西安:陕西秦安河流研究所,2007,12.