

# The Development and Application of JJ-CY02 Double Bucket Sediment Sampler

Rufu Zhou<sup>1</sup>, Hanbin Cheng<sup>1</sup>, Yong Ren<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jingjiang Bureau of Hydrological and Water Resources Survey, Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Jingzhou Hubei

<sup>2</sup>Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan Hubei  
Email: 598340222@qq.com

Received: Feb. 26<sup>th</sup>, 2016; accepted: Mar. 14<sup>th</sup>, 2016; published: Mar. 24<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors 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

Among the bed material measurements, the domestic already has the shovel type, bowl type, clams type, cone type, clamp type sampler and so on, most of which were created before 1980s. These entrances are often small and depend on the other external force to get closed. This results in the situation that few or no large pebble can be extracted in field work sampling. Moreover, most samplers are disturbed by the water flow, and are difficult to get those light and tiny surface bed materials sampled. These drawbacks play a great impact on the work efficiency and measurement quality. In order to improve these drawbacks, JJ-CY02 bed material sampler is created with double bucket, trigger-type automatic doors, streamlined shape and empennage. Verified by facts, JJ-CY02 bed material sampler is proved to get enough and complete grain-size distribution of clay, sand and pebble much easier, and greatly enhance the field word efficiency and hydrological measurements quality.

## Keywords

Double Bucket Sampler, Bed Sand Sampling, Development and Application, Comparative Analysis

---

# JJ-CY02型双斗式床沙采样器的研制及运用

周儒夫<sup>1</sup>, 程含斌<sup>1</sup>, 任 勇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>长江水利委员会水文局荆江水文水资源勘测局, 湖北 荆州

<sup>2</sup>长江水利委员会水文局, 湖北 武汉

作者简介: 周儒夫(1970-), 男, 四川南充, 高级工程师, 工程硕士, 注册测绘师, 主要从事河道测绘、水文测验技术及质量管理。

文章引用: 周儒夫, 程含斌, 任勇. JJ-CY02 型双斗式床沙采样器的研制及运用[J]. 水资源研究, 2016, 5(2): 155-161.  
<http://dx.doi.org/10.12677/jwrr.2016.52020>

Email: 598340222@qq.com

收稿日期: 2016年2月26日; 录用日期: 2016年3月14日; 发布日期: 2016年3月24日

## 摘要

在床沙采样中, 国内目前已有锹式、碗式、蚌式、锥式、钳式等采样器, 多为上世纪八十年代之前的产品。它们口门一般设计较小、关门依靠外力作用, 因此外业中每次取到的样品量较少或根本无法获得较大的卵石颗粒, 同时绝大多数采样器在触底时受水流扰动作用, 表面轻、细的床沙易被冲走难以获取, 这些都严重影响作业效率和测验成果质量。针对这些缺陷, JJ-CY02型双斗式床沙采样器采用了双斗式、触发自动开关门、流线外形与尾翼设计, 通过实践证实, 更易获得足量、完整的粘土、砂、卵石等不同级配的床沙样品, 大大提高野外作业效率和水文测验成果质量。

## 关键词

双斗式采样器, 床沙采样, 研制运用, 比较分析

## 1. 概述

随着大规模流域性水电开发及建成运营, 工程河段及坝下游水文泥沙研究既是社会关注的焦点, 又是急需解决的技术难题。为及时了解和掌握河床冲淤变化及河道演变规律, 需开展大量水文泥沙观测与研究[1]。目前采用的床沙采样器绝大多数为上世纪五十年代至八十年代中期的产品, 如锹式、碗式、蚌式、钳式及锥式等, 一般口门及内置容量设计较小, 结构制作简单[2]-[4]; 近年来出现了特殊用途的床沙采样器, 如冲击式深水床沙采样器, 但也只适用深水河床表面及以下小颗粒物[5] [6]。另外, 对于体积稍大的采样器, 在取样过程中易受水流影响, 在工作中其斗门存在“推”和“扫”的扰动作用, 在触底时将部分沙、石挖进斗内, 其它轻、细沙却被推扫出去, 造成样品失真。同时, 采样器的机械部件都是固定设计不可调节的, 并且采样器的开、关门机构设计不灵活, 不能自动打开和关闭。在使用和存放中, 也易于磨损和锈蚀, 需要时常出现口门打不开、关不严等现象, 既影响工作进度, 又难以保障床沙样品质量。因此, 研制新型的采样设备解决水文测验中床沙取样难题十分必要。

## 2. 新型采样器工作原理

双斗式采样器的工作原理是建立在波义耳-马略特定律的基础上, 利用连通器的自动调压, 使采样器取样腔的器内压力和采样器所在测点的器外静水压力保持平衡, 达到消除取样初期沙样突然灌注而使部分沙样溢出的目的[7]。

根据伯努利方程:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = C \quad (1)$$

其中  $P$  为流体中某点的压强,  $v$  为流体该点的流速,  $\rho$  为流体密度,  $g$  为重力加速度,  $h$  为该点所在高度,  $C$  是一个常量。

根据式(1), 双斗式采样器就是利用自重与门控机构的调节作用, 解决水样进入水管时的沿程阻力损失, 以保持能量平衡, 达到水样进口流速接近天然流速的目的; 同时采样器外形采用流线形与尾翼装置, 以减少水流阻力和维持采样器平衡[8]。

### 3. 主体部件设计及功能实现

#### 3.1. 总体结构

JJ-CY02 型双斗式采样器总体结构如图 1，主要由器体和自动开关阀组成。器体包括头部铅体、双挖斗门、后部铅体和挖斗尾翼四部分组成；自动开关阀由关门拉杆、关门挺杆、拉杆导管、关门拉索和门控机构等五部分组成[9]。

#### 3.2. 主体部件设计及功能实现

JJ-CY02 型双斗式采样器采用两边向中间运行关门方法，具有“挤压”动作趋势，以保持采样器体平衡。关门的结构采用了尺寸相同的两个齿轮互相啮合，利用对向运动的原理，当一齿轮旋转时，另一齿轮跟着对向旋转，再将双斗固定在采样器的齿轮轴上，进而保障了双斗跟齿轮轴的同步运行，如图 2。另外在采样器在尾部配置尾翼，使采样器能在复杂水流情况下保持其稳定性，尾翼设计如图 3。

采样器的自动开关阀是本设备的核心部件，主要利用了器体自重落地触发设计，即在触底时瞬间自动打开窗门，充分地跟河床面接触。当采样器上提时，齿轮轴转动自动带动双斗关闭窗门，解决其他采样器依靠外力装置进行开关门，从而有效地提高作业效率，又能保证了沙样质量。由于关门机构设计灵活、连贯性强，可人为进行调节，可增大取样粒径的适用范围。因此，双斗和触发设计，能解决复杂水流条件下克服水流扰动作用，获到完整河床沙样及大粒径组的能力。自动开关阀的关门拉杆与关门挺杆设计见图 4、图 5。

不同河段如平原、山区河床底质物质组成及粒径差异较大，为能获取较大河床卵石颗粒，本设备采用了封闭性好、尺寸较大的舱体，以保证一次性获取足量、大粒径卵石或沙卵混合样本的能力，其开口可达 25 cm × 15 cm，挖斗舱设计如图 6。

为防止锈蚀和变形，整个装置采用了不锈钢制作，保障采样器的精密性和使用周期。

#### 3.3. 辅助设备与存放

JJ-CY02 型双斗式采样器配套的辅助动力设备可方便地安装在机动船上，无需对船体进行大的改造。另外使用完毕，不锈钢采样器易于清洗，存放按斗门完全处于开启状态，防止斗门受力变形，如图 7 所示。

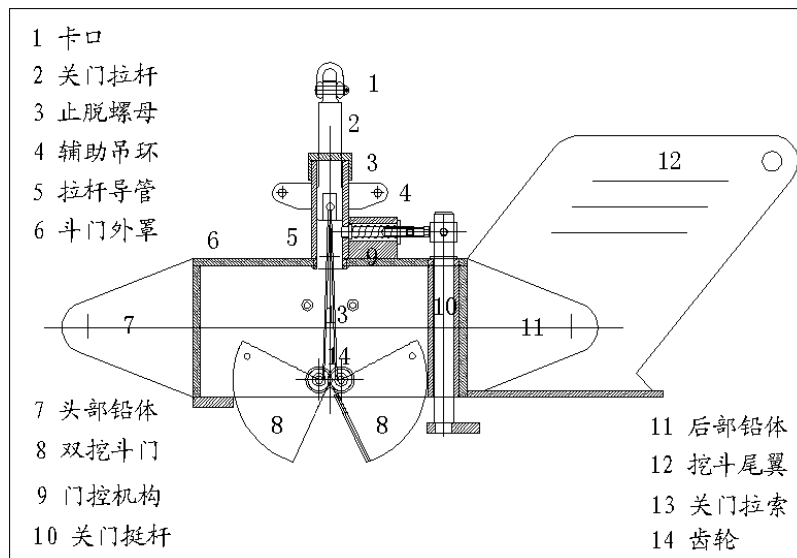


Figure 1. General structure of the double bucket sampler

图 1. 双斗式采样器总体结构

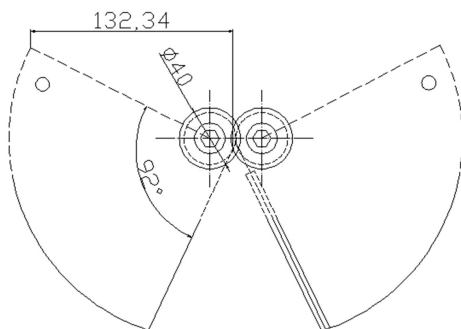


Figure 2. Structure design of double bucket  
图 2. 双斗结构设计

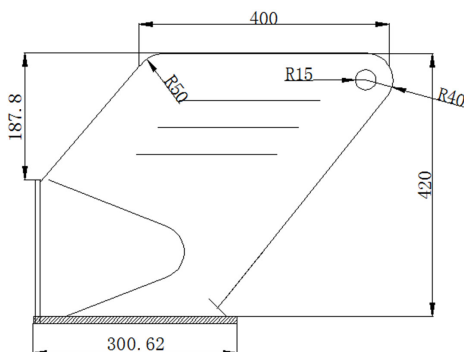


Figure 3. Shape of double bucket sampler  
图 3. 双斗式采样器外形结构

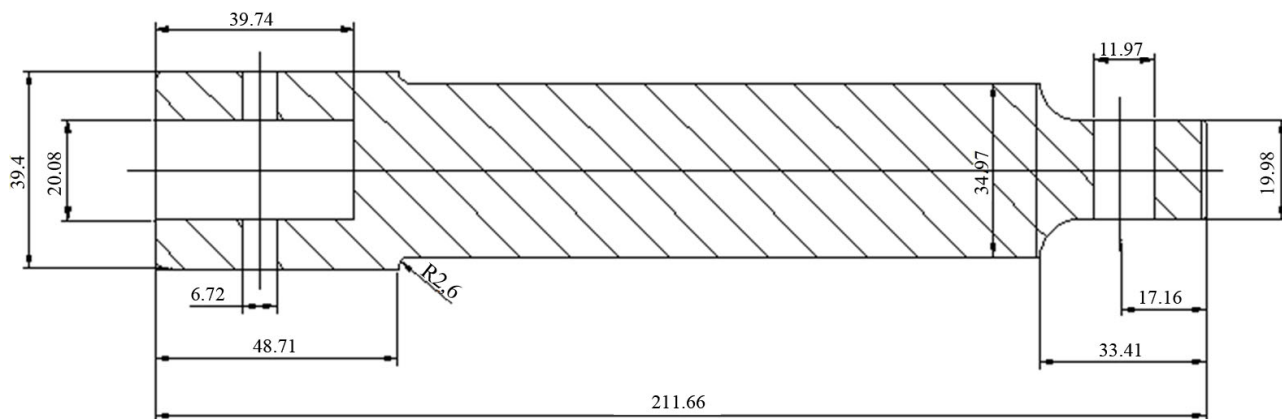


Figure 4. Close tie rod structure  
图 4. 关门拉杆结构

#### 4. 主要技术指标

##### 1) 主要技术参数

① 设计自重为 150~200 kg，重量大小依河流流速而定；② 采集重量为 2~10 kg，根据采集量大小，也可适当加、减挖斗尺寸；③ 最大流速宜在 3~5 m/s 内；④ 适用于沙、卵石河床，卵石粒径在 15 cm 及以下；⑤ 需起重能力 0.5~1 吨绞车；⑥ 适用主机功率在 135 KW 及以上的船舶。

##### 2) 制作材料

① 采样器外体：SP-18 mm；② 采样器尾翼：SP-6 mm；③ 采样器配重：铅 150 kg 及以上；④ 采样器轴

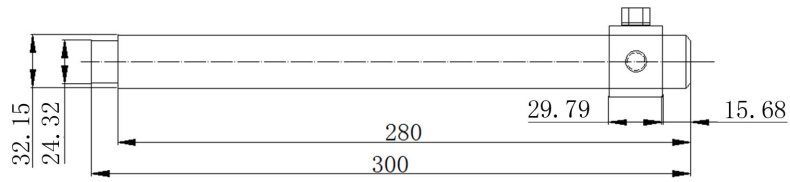


Figure 5. Close follower structure

图 5. 关门挺杆结构

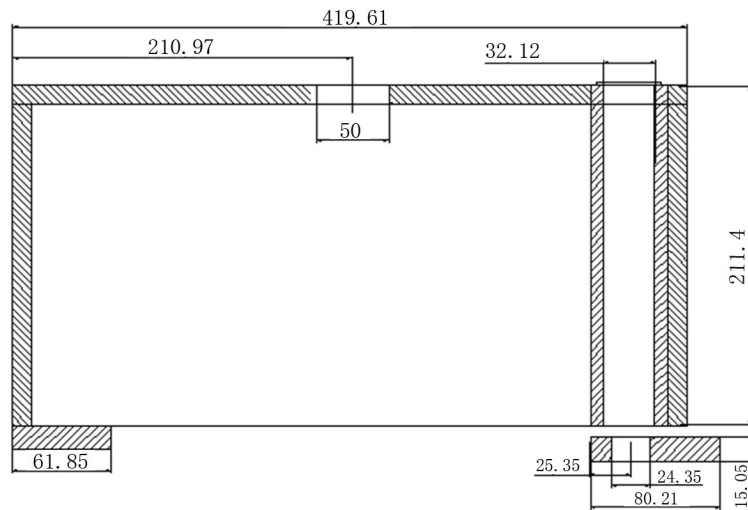


Figure 6. Bucket cabin structure

图 6. 挖斗舱结构图

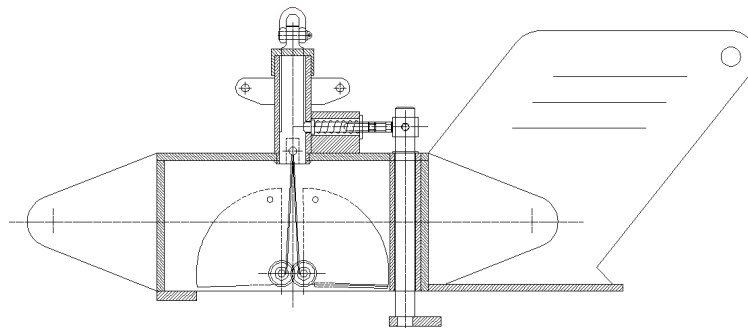


Figure 7. Double bucket sampler storage state

图 7. 双斗式床沙采样器存放状态

齿: (304)不锈钢。

3) 设备配套

① 液压绞车; ② 制动装置。

## 5. 对比试验与实践应用

为验证 JJ-CY02 型双斗式采样器的采样性能, 在沙市河段选取了卵石夹砂河床(荆 25 + 1 至荆 31)进行对比实验。在水文测船上一侧安装 JJ-CY02 型双斗式床沙采样器, 另一侧根据不同河床底质类型在操作台上分别安装锹式或锥式采样器, 共比测 7 个固定断面 38 个取样点, 双斗采样器每次采集量至少 5 kg, 完全可满足规范要求[10]。一次性完成床沙取样结果见表 1。

**Table 1. Result comparison for different samplers****表 1. 不同采样器取样结果对比情况**

取样器	一次完成(点)	两次完成(点)	三次完成(点)	三次未取到(点)
锹式及锥式	21	9	5	3
双斗式采样器	30	6	1	1

注：一次或多次未取到床沙主要受该河段近岸护坡护底散抛石影响。

**Table 2. Statistical sampling under different hydrological elements at Lujia River shoals****表 2. 芦家河浅滩不同水文要素情况下取样情况统计**

测次	水位(m)	流量(m <sup>3</sup> /s)	最大水深(m)	最大流速(m/s)	取样完成率(%)
第一测次	40.70	19,300	20.8	1.97	100%
第二测次	42.46	26,600	21.9	2.15	100%
第三测次	36.92	8510	16.8	2.28	100%
第四测次	37.50	10,800	17.8	1.92	100%

**Table 3. Results of four measuring particle size analysis at Lujia River shoals****表 3. 芦家河浅滩四个测次粒径分析成果**

测次	最小粒径(mm)	最大粒径(mm)
第一测次	<0.004	105
第二测次	<0.004	105
第三测次	<0.004	105.6
第四测次	<0.004	84.3

从表 1 可知，JJ-CY02 型双斗式床沙采样器一次完成取样的成功率远高于其他采样器。

芦家河浅滩是上荆江著名的中枯水浅滩，也是三峡坝下游水文泥沙观测研究和航道部门治理的重要浅滩之一。测区内有关洲、董市洲、江口洲等洲滩分布其间，床沙以细砂、砂质粘土、粗砂和卵石为主。芦家河重点浅滩观测项目，年内四个测次分别安排于汛前(1 次)、汛中(2 次)、汛后(1 次)。为保持资料的连续性和便于分析研究，按技术要求规定，每测次床沙取样垂线采用 GNSS RTK 进行精确平面定位，以保证各测次床沙取样位置基本一致。芦家河浅滩四个测次采用 JJ-CY02 型双斗式采样器在各水文要素(如表 2，水位、流量以荆 3 作为控制断面、水位采用 1985 国家高程基准)条件下，样品的床沙粒径分析成果统计如表 3。

由表 2 可知，在不同的水位、流量、流速下，采样器取样完成率均为 100%；在流速 2.28 m/s 及水深 21.9 m 等情况下，能顺利一次性取到足够级配的床沙样品。

由表 3 可知，双斗式采样器可采集到粒径小于 0.004 mm，最大粒径为 105.6 mm 的床沙，且年内各测次粒径组基本一致，满足该河段颗粒级配分析研究需要。

## 6. 结束语

JJ-CY02 型双斗式床沙采样器，可适用于多种水流及深水条件下河流或水库的床沙样品采集。该设备采用双斗式，主要部件可调节，大大地增加了获取床沙各粒径组的能力，解决了同类床沙采样器的设计缺陷；同时采用触发自动开关门设计，不仅能克服水流扰动作用，而且提高了一次性获取较完整级配的河床样品的能力。

该设备近几年来已在长江中下游荆江河段、清江及湖南部分中小河流水文测验中使用，证实该设备既可提高野外作业效率，也能提高水文测验成果质量。

## 参考文献 (References)

- [1] 曹广晶, 王俊. 长江三峡工程水文泥沙观测与研究[M]. 北京: 科学出版社, 2015.  
CAO Guangjing, WANG Jun. Hydrologic and sediment observation and research at Three Gorges Project of Changjiang River. Beijing: Science Press, 2015. (in Chinese)
- [2] 黄河西柳沟流量站. 蚌式卵石河床质采样器[J]. 黄河建设, 1960(2): 39-40  
The Yellow River XiLiuGou Flow Station. Oyster type pebble bed material sampler. Yellow River Construction, 1960(2): 39-40. (in Chinese)
- [3] 汉口水文总站. 碗式河床质采样器[J]. 黄河建设, 1957(9): 50-51  
Hankou Hydrological Station. Bowl of bed material sampler. Yellow River Construction, 1957(9): 50-51. (in Chinese)
- [4] 陶祖昶. 介绍两种沙质河床质采样器[J]. 人民黄河, 1985(3): 47-48  
TAO Zhuchang. Introduces two kinds of sand bed material sampler. Journal of Yellow River, 1985(3): 47-48. (in Chinese)
- [5] 汤积仁, 雷玉勇, 等. 冲击式深水床沙采样器[J]. 机械设计与制造, 2011(6): 12-13  
TANG Jiren, LEI Yuyong, et al. Impact type bed material sampler for deep water. Mechanical Design and Manufacture, 2011(6): 12-13. (in Chinese)
- [6] 张尚权, 吴卫, 等. AYG2-1 型调压式悬移质采样器的设计与开发[J]. 人民长江, 2008, 39(8): 90-91.  
ZHANG Shangquan, WU Wei, et al. AYG2-1 suspended load of surge tank type sampler design and development. Journal of Changjiang River, 2008, 39(8): 90-91. (in Chinese)
- [7] 吕少力. 波义耳定律在液压缸加载系统中的应用[J]. 液压与气动, 2010(11): 63-64  
LV Shaoli. Application of Boyle's law in loading system hydraulic cylinder. Hydraulic and Pneumatic Journal, 2010(11): 63-64. (in Chinese)
- [8] 赵昌友. 伯努利方程及其应用[J]. 池州学院学报, 2014, 28(6): 48-49  
ZHAO Changyou. The Bernoulli equation and its application. Journal of Chizhou College, 2014, 28(6): 48-49. (in Chinese)
- [9] 中华人民共和国水利部. SL276-2002 水文基础设施建设及技术装备管理规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.  
The Ministry of Water Resources of the People's Republic of China. The hydrological infrastructure construction and technical equipment standard. Beijing: China Water & Power Press, 2002. (in Chinese)
- [10] 中华人民共和国建设部. GB/T 50159-1992 河流悬移质泥沙测验规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1992.  
The Ministry of Construction of the People's Republic of China. River suspended load sediment test specification GB/T 50159-1992. Beijing: China Planning Press, 1992. (in Chinese)