

基于动态图像法与激光法的颗粒级配中值粒径相关分析评价

李兰涛¹ 车淑红¹ 胡彩虹²

1. 黄河水利委员会水文局 河南郑州 450004; 2. 郑州大学 河南郑州 450001

摘要: 本文采用动态图像法与激光法对颗粒进行粒度分析, 并得出动态图像法与激光法粒度颗粒级配中值粒径之间的相关系数, 结果显示动态图像法中值粒径和激光法中值粒径在高度相关。

关键词: 颗粒级配; 动态图像法; 激光法; 中值粒径

1 引言

目前激光法(LD)颗粒级配分析测量范围广、测量速度快、操作简便、自动化程度高、成果精度高^[1]。动态图像法(DI)能动态地对颗粒进行高速拍照, 得到单个颗粒的球形度、长细比、等效粒径等形貌参数, 以及群体颗粒的粒度、粒形分布等^[2]。但不同粒度分析技术, 粒度成果资料系列不同, 无法满足水文资料系列的一致性, 给使用者带来了不便, 为此, 需要建立动态图像法与激光法测试方法之间的相互转换关系。

2 研究方法

2.1 激光法

激光粒度分析仪在进行颗粒级配测试时具有测量速度快、测量范围广(0.02 ~ 2000 μm)特点。计算模块使用两个光学模型, 弗朗霍夫衍射理论和米氏全散射理论。由于弗朗霍夫衍射理论仅适用于小于入射光波长的小粒径, 所以使用基于米氏全散射理论的计算模块。米氏全散射理论对球形颗粒非常敏感, 而对非球形颗粒和非均质颗粒存在一定的计算偏差。

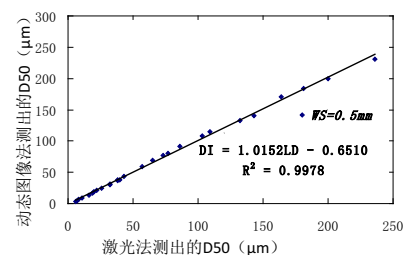
2.2 动态图像法

粒度粒形分析仪测试泥沙粒度分布的粒径范围为2 ~ 2000 μm, 可以测试快速移动状态下的颗粒, 可以在不同方向观察到相同的颗粒形状。因此, 根据样品原始状态, 选择分散系统以使传感器适合待测颗粒。粒度粒形分析仪使用专利的脉冲光源产生超短光脉冲, 使用532nm波长的偏振光束避开任何运动模糊效应, 并将光束直径调整到所选的测量范围, 高速摄像机拍摄运动颗粒图像形成视频信息, 由计算机软件处理, 得到粒度分布, 计算各个颗粒的粒径等表征值, 获得单个颗粒的粒

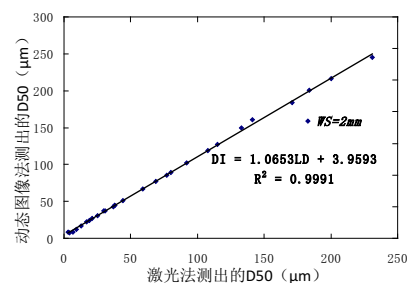
度和粒形结果, 以图、表等方式输出各种满足需求的结果。

3 实验结果及分析

考虑到样品的均匀性、厚度和重复性, 选择10个金刚砂粉末样品, 8个棕色氧化铝样品和10个粗沉淀物样品作为标准粒子, 采用动态图像法测试, 窗口间距(WS)值增加, 中值粒径(D50)增加; 黄河中的泥沙WS值一般低于2mm, 其中细砂的WS值大多数约为0.5mm, 而粗砂的WS值大多数约为2mm。由于动态图像法分析非球体颗粒值可能偏大, 所以WS取值略小些。因此, 确定WS=0.5mm和WS=2mm用于光学模型计算。



(a) WS=0.5mm



(b) WS=2mm

图1 动态图像法和激光法确定的28个标准粒子D50的粒度分布相关性

作者简介: 李兰涛, 1982.10.08, 男, 汉族, 河南濮阳人, 黄委水文局高级工程师, 研究生, 主要从事水文水资源监测管理研究工作, lilantao1982@163.com.

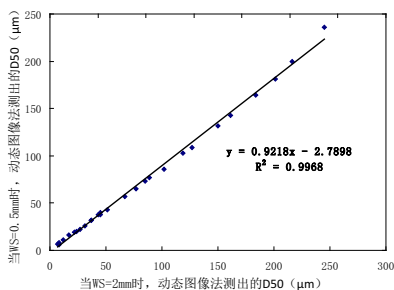


图2 WS=0.5mm 和 WS=2.0mm 时, 动态图像法确定的 28 个标准粒子 D50 的粒度分布相关性

研究动态图像法 (DI) 与激光法 (LD) 的粒度成果之间的相互关系。28 个标准粒子 D50 粒度分布关系: WS=0.5mm 时, $DI=1.0152LD-0.6510$ (图 1a), 相关系数 $R^2=0.9978$; WS=2mm 时, $DI=1.0653LD+3.9593$, $R^2=0.9991$ (图 1b), 计算的标准差均满足水文相关规范的要求。由此得出, $y=0.9218x-2.7898$, $R^2=0.9968$,

其中, y 是当 WS=0.5mm 时由动态图像法获得的 D50, x 是当 WS=2mm 时由动态图像法获得的 D50 (图 2)。当 WS=2mm 时的 D50 大于当 WS=0.5mm 时的 D50, 差值为 2.7898。因为它精度高, 测量细颗粒时采用的 WS 值要略小些。

4 结论

a. 动态图像法与激光法粒度成果之间的相关性较好, 所有沉积物中, 粒径越大, 其相对误差越小。

b. 动态图像法连同基于面积的粒度成果表达式是有价值的, 其高速度、较宽粒度范围的优势使其将更广泛地用于粒度分布。

参考文献

- [1] 封光寅. 河流泥沙颗粒分析原理与方法 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [2] 万晓丹, 李兰涛. 黄河悬移质泥沙粒度分布动态图像法的应用评价 [J]. 人民黄河, 2017,(7):121-123.