自然环境中含颗粒物质流动的研究

李家春　周济福　王　龙

(中国科学院力学研究所，北京 100080)

自然环境中普遍存在着含颗粒物质的流动，如：暖云中的水滴，大气中的悬浮颗粒物（火山灰，风沙，花粉，微生物），水体中的泥沙，重金属等污染物，山地坡体上的泥石流等等。它们从排放源通过在自然流动中的对流、扩散和颗粒间碰撞进行输运，这是导致环境问题直接原因。颗粒物质运动的行为可以通过宏观的唯象方法进行研究，但许多经验常数有待于实验或现场测定。通过颗粒物在流场中相互作用的研究，可以了解其输运规律的机理，并进行参数化，从而对宏观行为进行更加合理的描述。

除了快速颗粒流外，隙间流体的影响是不可忽略的，同时也要考虑颗粒对流动和颗粒间的相互作用，因此，含颗粒流动要比单颗粒在流体中运动的情况复杂的多。必须分析流体动力学作用力，颗粒间相互作用势和其他作用力（重力，电场力等）。对于细颗粒，还要计及布朗运动的随机力。为此，必须用无量纲数（如：Bagnold 数和 Peclet 数）等划分不同的流动范围。

我们以河口泥沙运动为例，其中，泥沙的起动和沉降是关键的物理过程。鉴于河口地形复杂，流场受径流、潮流和波浪联合作用，盐度不均匀分布，比河道中一维单向流动复杂的多，不能采用挟沙力的平衡输沙方法计算，其中经验常数缺乏普适性。我们通过大涡模拟获得底部振荡边界层内湍流猝发频率和面积比，从而将 Pickup 函数参数化。通过 Stokes 动力学和 DLVO 理论，将盐水中泥沙絮凝沉降速度参数化，建立河口泥沙输运物理模型，以应用于实际工程问题。

关键词　含颗粒流动，颗粒流，流体动力相互作用，DLVO 理论，布朗运动，河口泥沙运动，絮凝

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net