

2013 年“认证杯”数学中国数学建模网络挑战赛

第二阶段

A 题 护岸框架

在江河中,堤岸、江心洲的迎水区域被水流长期冲刷侵蚀。在河道整治工程中,需要在受侵蚀严重的部位设置一些人工设施,以减弱水流的冲刷,促进该处泥沙的淤积,以保护河岸形态的稳定。

现在常用的设施包括四面六边透水框架¹等。这是一种由钢筋混凝土框杆相互焊接而成的正四面体结构,常见的尺寸为边长约 1 m,框杆截面约 0.1×0.1 m。将一定数量的框架投入水中,在水中形成框架群,可以使水流消能减速,达到减弱冲击,防冲促淤的效果。

第一阶段问题: 对四面六边透水框架群,框架尺寸、架空率和长度²都直接或间接地影响着其消能减速的效果。当前人们通过水槽实验等方法,已经积累了一些实验数据,也见诸各类文献当中。但由于数据量和数据精度仍有各种不足之处,还没有形成足够完善的经验公式。请你建立合理的数学模型,给出这三个参数与其减速效果之间的关系。

第二阶段问题: 四面六边透水框架在抛投时和在使用过程中,可能被水流冲击而翻滚移位,使框架群不能达到理想的堆砌效果,对功能有不利影响。为了使框架在水中互相钩连,需要设计新的形状。但已有的多数设计方案都存在问题,主要集中在两个方面:结构强度不足,以及虽然原则上能够互相钩连,但依然不清楚最终堆砌而成的形状是否合理。请你建立合理的数学模型,设计一个良好的框架结构。

¹“护岸防洪防冲四面六边透水框架”是水利部西北水利科学研究所拥有的实用新型专利,专利号 98233050。

²此处指顺水流方向的铺设长度。



图 1: 投放四面六边透水框架的施工现场