

学校编码: 10384

密级_____

学号: 22620071152346

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

九 龙 江 河 口 泥 沙 迁 移 过 程 模 拟

Simulations of sedimental transport process

In Jiulong River Estuary

郭民权

指导教师姓名: 江毓武 副教授

专 业 名 称: 环 境 科 学

论文提交日期: 2010 年 月

论文答辩时间: 2010 年 月

2010年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

本文利用ROMS (Regional Ocean Modeling System) 建立了九龙江河口三维水动力与泥沙输运数值计算模式。该模式考虑了在海洋潮汐及九龙江径流作用下, 九龙江河口悬沙浓度的变化规律和平面分布特征, 并对九龙江河口地区的泥沙粒径分布进行了模拟。本文包含3个主要部分: 河口区水动力过程的模拟与验证、悬沙过程的模拟以及河口底部粒径分布的模拟。

本文首先进行了九龙江河口水动力的数值模拟, 并用实测的潮位、流速流向和盐度观测资料对模型进行验证, 对验证结果进行了综合评价。结果表明, 模型计算值与观测值吻合良好, 该模型适用于近岸港湾地区的数值模拟研究。随后, 本文对九龙江河口洪水期间的悬沙进行模拟, 并对九龙江河口悬沙的变化规律和平面分布特征以及冲刷情况进行了分析。在此基础上, 本文使用多颗粒泥沙模式对九龙江河口洪水期和枯水期的底质分布进行了模拟, 模型较好的再现了九龙江河口地区的底质分布规律。现将模拟结果总结如下:

(1) 本文对模拟结果进行了综合评价, 该方法考虑了模型的绝对误差和实测平均值的相对差异, 通过和绝对误差的比较, 说明该评价方法能够客观、定量指示模型在模拟潮位、盐度和流场方面的能力。

(2) 对九龙江河口悬沙分布的模拟表明: 洪水期间九龙江河口区的悬沙浓度受潮汐和上游来沙的共同影响, 表现出较强的规律性; 低潮时, 在鸡屿断面附近存在表层泥沙浓度大于底层泥沙浓度的过程, 该过程持续一个半小时左右; 一个洪水过程在九龙江河口的淤积厚度可达2~3cm。

(3) 在中值粒径分布的模拟试验中, 再现了九龙江河口泥沙颗粒分布的规律。模型表明: 粗颗粒泥沙主要分布在厦鼓水道、海门岛南侧和鸡屿两侧的深水区域。细颗粒泥沙主要分布在嵩鼓水道、河口湾的西北侧以及屿仔尾的西南侧。和洪水期相比, 枯水期潮动力较强, 底质分布表现为粗砂更粗, 细沙更细的变化趋势。

关键词: 泥沙模型; 底沙输运; 粒径分布; ROMS; 九龙江河口

Abstract

A three-dimensional hydrodynamic model for Jiulong River Estuary was established with the use of ROMS (Regional Ocean Modeling System). The model simulated the sediment distribution in Jiulong River Estuary under the process of tide and river flow. Then the distribution of median diameter was simulated. The paper contains three major sections: hydrodynamic model, distribution of suspended sediment and the distribution of sediment median diameter.

The model was applied to Jiulong River Estuary. Observed data of tidal level, velocity and salinity were used to verify the model. The results showed that the computed results agreed well with observed data. Then model was used to simulate the transport of sediment in Jiulong River Estuary. The comparison between the observed data and computed results seemed fine, and we also analysis the horizontal and vertical distribution of sediment. In the section 4 of the thesis, we simulated the distribution of median diameter. The model well reproduced the transport process of bottom material. The main results were summarized as follows:

(1) This paper conducted a comprehensive evaluation of the simulation results. The method takes into account model average absolute error and observations, by comparison the differences between absolute error and the predictive skill, we shows that the evaluation method can be an objective, quantitative and excellent test of the models ability in simulation tide level, salinity and flow field.

(2) The results showed that the distribution of sediment has a regular variation in Jiulong River Estuary during the flood process, and there was a higher concentration of suspended sediment at the surface during the low slack tide at Jiyu islet, which lasted for about one hour. The deposition thickness reached 2~3cm in some areas of the estuary after a flood process.

(3) The model was also used to simulate the distribution of median diameter in Jiulong River Estuary. The model well reproduced the process of the bottom material and showed that: The coarse sediment mainly dispersed over Xiagu channel, south of Haimen Island and both sides of Jiyu Islet. The fine particle mainly dispersed over

Songgu channel, northwest of this river estuary and southwest of yuziwei. Compared with flood season, the dynamic is strong during dry season, and coarse sand will be coarser, fine sand will be finer.

Key words: Sedimental Model; Bedload movement; Distribution of sediment; ROMS; Jiulong River Estuary

厦门大学博硕士论文摘要库

目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
目录.....	IV
第一章 绪论	1
1.1 河口泥沙研究的意义.....	1
1.2 河口泥沙研究现状.....	1
1.2.1 泥沙的主要特性.....	2
1.2.2 泥沙运动理论基础.....	3
1.2.3 泥沙过程的模型研究.....	3
1.2.4 九龙江河口研究现状.....	4
1.3 本文的研究目标及内容.....	6
第二章 模式建立	8
2.1 模式简介.....	8
2.2 模型方程.....	8
2.2.1 水动力方程.....	8
2.2.2 泥沙输运方程.....	10
2.3 模型计算区域及网格设计.....	13
2.4 模型参数和边界条件设置.....	13
2.5 模型验证.....	15
第三章 九龙江河口悬沙分布特征	29
3.1 九龙江河口简介.....	29
3.2 悬沙参数的选取.....	29
3.3 九龙江河口悬沙验证.....	29
3.4 九龙江河口悬沙分布特征.....	31
3.4.1 河口区悬沙浓度平面分布.....	31
3.4.2 河口区的垂向泥沙分布.....	33
3.5 冲淤变化.....	35
第四章 九龙江河口底质分布特征	37
4.1 九龙江河口底质调查.....	37
4.2 河口泥沙的分选机理.....	39
4.3 九龙江河口底质模拟试验.....	41
4.3.1 模型参数.....	41
4.3.2 模拟结果.....	42
4.4 小结.....	43
第五章 总结与展望	44

5.1	本文的工作和结论.....	44
5.2	对下一步工作建议与展望.....	44
	参考文献.....	46
	致谢.....	51

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Abstract in Chinese.....	I
Abstract in English	II
Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research purpose and significance	1
1.2 Research progress of sediment numerical simulation	1
1.2.1 Characteristic of sediment	2
1.2.2 The theory of sediment movement	3
1.2.3 The method of model research	3
1.2.4 Research progress of Jiulong River Estuary.....	4
1.3 Main work and purpose of our study	6
Chapter 2 Establishment of the model.....	8
2.1 Introduction of the model	8
2.2 Governing equations	8
2.2.1 Hydrodynamic equations.....	8
2.2.2 Sediment transport equations	9
2.3 Research domain and the model mesh	13
2.4 The parameter of the model and boundary condiction	13
2.5 Verification of the model.....	15
Chapter 3 Distribution of suspended sediment in Jiulong Estuary ...	29
3.1 Introduction of Jiulong river	29
3.2 The parameter of sediment	29
3.3 Verification of suspended sediment	29
3.4 Distribution of suspended sediment.....	31
3.4.1 Horizontal distribution	31
3.4.2 Vertical distribution	33
3.5 Erosion and deposit	35
Chapter 4 Distribution of bottom material	37
4.1 The survey of the bottom material.....	37
4.2 The mechanism of sorting in river estuary	39
4.3 The model of the bottom material.....	39
4.3.1 Parameters setting.....	41
4.3.2 Model result.....	42
4.4 Conclusion	43
Chapter 5 Summary and expectation.....	44

5.1	Our work and conclusion.....	44
5.2	Future plan.....	44
	References.....	46
	Acknowledgements	51

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 河口泥沙研究的意义

海岸河口是陆海相互作用和人类活动对海洋影响剧烈的重要的地区。河口泥沙的输运一方面促进了河口三角洲地带的发育,使陆地面积得到延展。另一方面由于排沙量的减少,部分河口地带侵蚀严重。随着沿岸港湾地区经济的发展和土地需求的不断扩展,近岸工程项目越来越多,例如围海造地,架设桥梁,航道清淤,污水排放等等。同时,河口港湾也是人类航运最为密集的地方,航道的淤积一直是工程界广泛关注的问题。这些问题的解决需要对泥沙的运动过程有全面的了解。因此,河口泥沙运动规律的研究对于河口地区的可持续发展有重要意义。此外,由于工业废水,生活污水一般会随着在河口汇入海洋,在河口地区污染物和泥沙发生絮凝沉降作用,使泥沙成为长期存在并不断积累的“污染源”。泥沙输运对河口生态环境的影响近年来更是成为环境科学发展的热点之一。在环境科学的研究中,泥沙在不同条件下的扩散和迁移过程便成了一个重要的课题。对河口泥沙输运基本规律的认识是这些研究的基础,而天然河口地区,径流、潮流、风浪共存,水流、泥沙的运动均具有很强的非恒定性^[1],使得泥沙的输运具有一定的复杂性。

为了实现近岸港湾地区经济的可持续发展,需要对泥沙在河口地区的泥沙迁移过程有清楚的认识。随着海洋数值模式的发展和广泛应用,利用数值计算对某种自然过程或人工过程进行近似数值求解成为研究海洋中各种过程重要的手段和工具。这些模拟一方面可以满足海岸、河口工程建设环评的需要,如河口整治工程、环境保护工程等。另一方面,还可以揭示许多海岸、河口物理现象,例如:通过潮流、泥沙的数值模拟,可以了解某一区域的湍流强度以及漩涡、环流状况和泥沙输移以及底床变化等。

本文使用ROMS在九龙江河口湾地区建立了水动力泥沙输运模型,对九龙江河口湾地区的泥沙过程进行了一系列数值试验。通过和实测资料进行对比,说明该模式能够较好地模拟河口港湾地区的水动力及泥沙过程,可以为以后深入研究河口区的泥沙过程以及评价人类活动对河口环境的影响提供参考。

1.2 河口泥沙研究现状

泥沙研究的方法很多，主要有实验室模拟、实地观测分析、数值试验、理论模型、遥感观测、动力和沉积地貌分析等多种方法，这些研究都必须以泥沙的特性作为基本依据。运动机理上，河口泥沙运动与其它区域的泥沙运动相同，所不同的是河口泥沙运动必须考虑陆相淡水和海洋盐水之间的相互作用。盐淡水的相互作用对河口泥沙分布和运动产生重要影响，例如最大浑浊带的形成。另外，海水的化学作用还会引起泥沙的絮凝和聚合作用。过去的观测和模型研究认识到波浪、潮流对河口泥沙的输运有重要作用。由于波浪在海底往复运动造成的底部应力引起泥沙的再悬浮，然后悬浮起来的泥沙在风生流、密度流以及潮流的作用下产生净的输运。

1.2.1 泥沙的主要特性

根据颗粒的粘性，可将泥沙分为粘性泥沙和非粘性泥沙两大类。粘性泥沙包括淤泥和粘土，主要由粒径小于 $2\mu\text{m}$ 的泥沙颗粒组成，单颗粒泥沙之间通过电化作用粘结成团。粘性泥沙通常存在于河源或河口等“高动能”区域，通过絮凝及聚合作用形成大颗粒的泥沙。非粘性沙主要由单颗粒和砾石组成，颗粒之间、颗粒与床面之间只存在物理作用，非粘性沙大量存在于河流、河口、近岸和大陆架等水体中。泥沙粒径变化的幅度很大，细颗粒泥沙粒径的变化往往引起泥沙运动特性较大的变化。由于粒级的变化幅度很大，因此，一般采用 Φ 制来表述泥沙粒径 $\Phi = -\log_2(D)$ 式中： D 为泥沙粒径，以“mm”计。这样的表示方法可以适应广阔的粒径变化范围，便于引进统计方法来处理泥沙粒径。实际上研究泥沙沉积或地质学的学者习惯采用 Φ 制，而研究海洋学、物理学的学者或工程师则采用 μm 、mm、cm尺度。不同粒级的名称可以表述为，直径 $>2\text{mm}$ 为砾石， $2\sim 1/16\text{mm}$ 为砂， $1/16\sim 1/256\text{mm}$ 为粉砂， $<1/256\text{mm}$ 为粘土。实际河流中的泥沙大多是几种粒级的混合。对于泥沙群体性质的描述通常用数量统计方法来确定，大多数泥沙特性计算参数有如下几类：

(1) 中值或均质：用于表征粒径分布的聚集程度，即泥沙颗粒的粗细；

(2) 离散系数（分选系数、标准偏差等）：说明粒径围绕均质的分散程度。数值越小说明分选越好，反之，分选越差；

(3) 对称（偏态）系数：表征粒径处于均值某一侧的趋势，正值说明平均粒径比中值粒级细，负值说明平均粒径比中值粒级粗；

(4) 峰形系数 (峰态): 用于表征粒径分布的峰值状况;

经常用到的参数是平均粒径和离散系数。各参数计算时可以使用米制也可以使用 Φ 制,但两者不能直接转换。通过对特定区域沉积物中的泥沙粒度特征分析,沉积学家可以从中提取沉积环境的相关信息^[2-4]。

1.2.2 泥沙运动理论基础

泥沙按照运动形式主要有悬移质和推移质,后者是接触质、跃迁质、层移质的统称。当同时存在悬移质与推移质运动时,严格区别两者存在一定的随意性和难度。很多学者对推移质和悬移质进行了大量的研究,一般来讲,在大多数实际问题中,悬移质泥沙的输运更为重要。悬移质泥沙运动的研究内容主要包括:泥沙沉降的机制、泥沙扩散的规律、泥沙启动、边界层内的水流状况以及底沙和悬沙的交换机理等^[5]。研究泥沙浓度与运动特性,首先必须了解泥沙的沉速。泥沙的沉速是泥沙形状、粒径和密度的函数,同时受到泥沙浓度、紊动、絮凝的影响,钱宁等对泥沙颗粒的沉速有详尽的论述^[6, 7]。大多数关于泥沙计算的公式都是假定泥沙颗粒为球形,而天然泥沙情况并非如此。此外对于粒径 $<0.01\text{mm}$ 的细颗粒泥沙而言,水质对泥沙沉速的影响也不容忽视。异重流对泥沙沉速的影响也是不可忽视的因素,目前,在这方面的研究工作不够完善。模式中多靠经验进行取值。泥沙的启动条件是泥沙运动力学研究中基本问题之一。目前各国已有很多的研究成果和公式^[8-10],但是由于受实验设备和技术条件限制,在许多细节上尚存在不清楚的地方,比如,水流与泥沙的相互影响问题。由于泥沙的启动主要取决于底面附近的水流流速、泥沙颗粒粒径及其组成、颗粒容重等等,而水流特性塑造了一定的边界条件,但又由于底部粗糙率及颗粒排列的不同,泥沙反过来影响流速,改变近底水流流速。另外,水流叠加波浪后,其对底沙启动的综合作用的效果也未能得到很好的解决。

目前,关于推移质泥沙启动规律问题,国内外已有许多研究。尽管各家公式基本上都是通过了理论分析和实测资料的验证,但公式在形式及计算结果上相差较大,使人们在选择时,增加了一定难度。

1.2.3 泥沙过程的模型研究

随着泥沙理论、数值计算和计算机的发展,泥沙数学模型已成为一种研究泥沙运动的重要手段。1968年Odd和Owen^[11]建立了一个两层的泥沙模型用于模拟

河口泥沙的运输和沉积。Onishi和Treat在他们的报告^[12]中介绍了一个早期的三维泥沙模型，随后相继出现了许多三维泥沙模型^[13, 14]。此外，一些泥沙模型进入了商业化应用，如丹麦水力研究所的MIKE-3以及美国兰德公司的SED-8d等。

在我国，窦国仁最早于20世纪60年代初开始泥沙数学模型的研究工作^[15]。随后许多学者对泥沙科学的研究状况进行了评述^[16~19]。由于泥沙运动十分复杂，数值模拟中经常将一些变量进行参数化以简化模型，例如模型中通常使用单颗粒泥沙、固定启动临界应力、固定沉降速度等。泥沙的数学建模有待于泥沙过程的正确描述，许多学者就泥沙数学模型的建立进行了深入的理论研究，并取得了丰硕的成果^[20~24]，同时，在数值方法的实现以及泥沙边界的选取、泥沙参数（泥沙沉速、侵蚀应力、侵蚀常数、挟沙力、恢复饱和系数）的选择上，众多学者也进行了深入的研究和探讨，这些研究促进了我国泥沙研究和模型技术的发展。

在河口海岸带的泥沙研究上，由于河口盐淡水混合是形成最大浑浊带、促使泥沙在河口絮凝沉降以及形成河口环流的重要原因。一些学者对河口区的盐淡水混合过程进行了研究。田向平综述了国内外河口盐水入侵的认识和研究进展^[25]。郑金海建立了河口三维非线性斜压潮流盐度数学模型，对长江河口盐淡水混合情况进行了数值模拟计算。沈焕庭等探讨了长江口浑浊带的形成机理和特点^[26]，认为长江口浑浊带是在径流潮流相互作用和盐淡水交汇混合两种机制共同作用下形成的盐潮复合浑浊带。黄长红等^[27]综述了长江口泥沙絮凝问题的研究现状。周济福等^[19]在大量文献调研的基础上，对国内外学者在河口泥沙运动的基本理论、数值模型等方面的研究工作和成果做了评述，提出加强对河口泥沙非恒定运动过程、河口最大浑浊带形成机理及其与河口拦门沙演化关系研究的必要性，并指出河口泥沙运动与河口地区湿地演变和浮游生物生长环境的关系是当前河口泥沙运动研究的两大热点。李孟国等^[28]对海岸河口泥沙运动的基本方程、数值方法、边界条件、参数选取等进行了归纳总结和评述。

1.2.4 九龙江河口研究现状

作为厦门港的重要组成部分，九龙江河口的泥沙运动对河口湾的开发和保护有重要影响，一直以来是工程界和学者们关注的对象，并做了大量的工作。蔡月娥等^[29]对厦门湾的沉积环境进行了研究，认为海湾淤积加快的重要原因是人工围海和上游来沙增多。王寿景等^[30]应用河口相对水深测层的物质断面输运模式，

计算了九龙江口4个水文泥沙断面的水体和悬沙输运,并分析了各输运因子的贡献。罗健等^[31]通过对7个时相的遥感资料的处理和信息提取,从宏观上描述了该地区表层悬浮泥沙的分布、水流形态和泥沙输移状况。蔡爱智等在大量观测资料的基础上,分析了九龙江入海泥沙的基本特征^[32],认为自50年代以来九龙江入海泥沙增加了两倍,入海泥沙在海门岛—鸡屿一带的浅滩区,其年平均淤积8~10cm,一次洪水搬来的悬浮泥沙,使河口湾新淤积厚度在2~3cm,而悬移质泥沙扩散至鼓浪屿以南海域。蔡锋等^[33]根据上世纪80年代到90年代对九龙江河口区的各项调查结果,对九龙江河口的水动力、沉积物分布及演变和九龙江泥沙来源、运动与沉积进行了全面的分析。为了进一步研究底沙的运动状况和运动机制,蔡锋等^[34]随后使用彩沙示踪法对鸡屿北侧沙洲区的底沙运动进行了现场探测和试验研究。试验结果证实了鸡屿北侧沿岸带存在着一股反向(潮NW向)的输沙过程。并认为在该海区底沙年内变化存在顺时针旋回运动的势态。通过对河口泥沙运动规律的分析,对九龙江河口湾中的两个主要淤积区形成于鸡屿以西海底和屿仔尾西南近岸做出了解释,认为前者是涨潮流湾顶效应后者是由于潮水在该处滞留,导致悬沙淤落引起的。王元领等^[35, 36]对九龙江河口湾洪水期和枯水期含沙量等直线的分析,认为水流运动和水体含沙量沿入海方向均呈有规律的变化,在海门岛北部和鸡屿东部存在两个主要水流滞流区。枯水期由于潮动力强劲,悬沙浓度明显大于洪水期悬沙浓度。方建勇^[37]对厦门湾海底沉积物分布特征及其物源和沉积环境进行了研究。林新油等^[38]通过逆算法确定冲淤模型的部分关键参数,认为该算法使得模型应用中参数的确定和模式检验联系在一起,减少了主观经验的参与,模型在稳定性和敏感性方面得到更理想的表现。张福星等^[39, 40]通过有限元方法对九龙江河口区的水动力和盐度分布规律进行了研究和探讨,并通过使用遗传算法来优化泥沙数值模型的参数。崔培^[41]通过引入二、三维网格嵌套技术,研究了九龙江陆源污染物导致厦门外海至台湾海峡COD浓度增量的分布随季节的变化情况。

目前对九龙江河口湾的泥沙研究很多是基于现场观测,这些观测数据为研究九龙江口水动力及泥沙运动规律提供了宝贵的基础资料。从这些资料可以对九龙江河口区的水动力和泥沙输运情况有比较全面的认识:

- (1) 在水动力方面,九龙江河口湾是径流和潮流相互作用的强潮河口区,

湾口平均涨潮流量为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$ ，在洪水期，径流潮流比值为0.04^[42, 43]，即九龙江河口在潮汐河口分类中处于河口湾型（如钱塘江口）与喇叭三角洲（如长江河口）之间的过渡型河口。潮汐形态常数为0.34，属于正规半日潮，一般表层的落潮流速大于涨潮流速，底层则相反。在垂直方向上，从表层到次表层，潮流流速稍有增加，从次表层到底层，流速单调递减。表层落潮流历时大于涨潮流历时，底层则涨潮流历时长于落潮流历时^[44]。由于河口湾纳潮量远大于河流的径流量，该处的潮流输沙量亦大于径流输沙量。

(2) 在泥沙输运方面，泥沙来源于河流输沙和潮流输沙，河流来沙中推移质输沙量50万吨^[32]，约占总输沙量的1/6。潮流输沙尽管具有往复性，但实测表明，一个潮周期净输沙量向湾内运动。对九龙江输沙，总体上表现为洪出枯进，上出下进，南出北进的特点^[33]。九龙江河口湾中存在两个主要淤积区鸡屿以西海底和屿仔尾西南。来至九龙江径流的物质绝大部分通过厦门外港往外海输运，一部分进入料罗湾沉积（金门南部海区），少部分在涨潮流的作用下进入厦门西港。

(3) 表层沉积物类型及粒度参数的分布状况方面，厦门湾的沉积物，主要是九龙江径流和厦门湾周缘基岩风化侵蚀产物以及部分来自浙闽沿岸流的台湾海峡物质^[37]。自上世纪60年代以来，由于两个方面的原因导致了九龙江河口湾相对富泥质沉积物的覆盖面积显著增加。一方面九龙江上游建闸拦截了大量粒径相对较粗的泥沙；另一方面，河道截水加强了河口湾的潮流势力，使涨潮流携带厦门外港悬移泥沙进入港内增加。

综上所述，前人对九龙江河口湾进行了诸多研究，取得了丰硕的研究成果，并获得了大量宝贵的基础调查资料。但是在九龙江河口湾地区泥沙模型的研究相对滞后，主要原因是泥沙的运动机制在河口地区比较复杂，涉及到的相关参数也没能得到很好的印证。但是，随着该地区研究的深入，需要模型来印证有关现象的需要也越来越迫切。本为通过ROMS建立了九龙江河口湾及邻近海域的水动力泥沙模型，希望能够对九龙江河口湾的泥沙输运和底部泥沙分布有进一步的了解。

1.3 本文的研究目标及内容

本文通过ROMS在九龙江河口湾地区建立了三维潮流泥沙输运模式。具体工

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库