

● 李长江 等著

浙江省国土资源遥感调查 与综合研究



ZHEJIANGSHENG GUOTU ZIYUAN YAOGAN
DIAOCHA YU ZONGHE YANJIU

地质出版社

浙江省国土资源遥感调查 与综合研究

李长江 等 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是“浙江省国土资源遥感综合调查”项目研究成果,主要包括土地利用与土地覆被变化、区域群发性滑坡灾害概率预报方法与地面沉降灾害评价、城市变迁动态、与重大工程建设有关的区域地壳稳定性评价、海岸带与海岛资源、浙江沿海沉积泥沙来源和重要矿产找矿前景评价等内容。

项目研究中遥感的应用研究与地理信息系统、人工神经网络、热释光测年、浅层人工地震等许多新技术方法紧密结合,多学科交叉渗透;根据多方面的数据资料,针对浙江省经济建设和社会发展中若干迫切需要解决的一些国土资源环境方面的重大问题和地质学领域若干长期未能解决的重大难题进行了系统研究总结;在提供大量新资料的基础上,建立和发展了许多新概念、新思路和新方法,代表了国土资源遥感综合研究的最新水平。

本书可供国土规划、资源与环境、地质矿产、地质灾害防治、城市规划、海洋、交通和水利工程等方面技术人员和管理人员,以及遥感、土地、地质矿产和环境专业的大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

浙江省国土资源遥感调查与综合研究/李长江等著.
-北京:地质出版社,2004.11
ISBN 7-116-04234-2

I.浙... II.李... III.①国土资源—遥感地面调查—浙江省②国土资源—综合研究—浙江省
IV.F129.955

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第112396号

本书地图审核:浙S(2004)102号。书中所有插图涉及的行政区域界线均不作勘界依据。

责任编辑:陈军中 赵俊磊 曹美芳

责任校对:田建茹

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京中科印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm^{1/16}

印 张:25.125

字 数:570千字

印 数:1—1500册

版 次:2004年11月北京第一版·第一次印刷

定 价:68.00元

ISBN 7-116-04234-2/P·2521

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

项目协调小组

组 长：李卫宁

副组长：潘圣明

成 员：王东祥、沈维祥、余逸美、夏晓鸿、姚昭晖、钱立高
杨晓威、彭佳学、蔡新光、石坚荣、吴晓平、朱家立
萧 歌、徐孝宁、宋陶丹、李长江

协调小组办公室

主 任：王东祥

副主任：夏晓鸿

成 员：楼慧芬、金敬撑、邱鸿坤

项目负责单位：浙江省国土资源厅信息中心

项目参加单位：浙江大学地球科学系

中国国土资源航空物探遥感中心

浙江省工程地震研究所

国家海洋局第二海洋研究所

浙江省地质调查院

南京大学 GIS 与遥感实验室

浙江大学资源与环境信息系统重点实验室

浙江省地质矿产研究所

项目负责人：李长江

项目主要参加人员（按姓氏笔画为序）：王永江、王建国

王晓红、冯学智、叶建青、朱兴盛、沈晓华

邹乐君、陈习军、陈建杰、吴宏海、周长宝

张华国、张 芸、唐小明、麻土华、潘松林

序 一

资源与环境问题已引起国际社会普遍关注,资源短缺、环境污染、生态破坏和灾害频发等问题正在成为各国经济和社会可持续发展的长期制约因素。另一方面,人类社会从工业革命以来,学术的以及经济的成就是以专业分化为标志的。现在,面对错综复杂的自然资源与环境问题,越来越多的学者已认识到,如果缺乏一种综合的宏观认识,各个分支学科或许不会给我们提供了解和解决这些问题所需的必要素材。当今世界比以往任何时代都更需要综合众多研究方法来迎接资源与环境问题的挑战。

卫星遥感与地理信息系统等多种技术结合起来,应用于国土资源调查评价,为快速把握整体,揭示重点,从地球系统科学的角度,对地质、自然地理、矿产资源、土地、生态环境和经济等信息进行多尺度的创造性综合,从宏观上阐明各种资源和环境问题的内在联系,为解决社会可持续发展面临的许多重大资源和环境问题提供了新的途径。

由中国地质调查局和浙江省政府共同支持开展的浙江省国土资源遥感综合调查,充分体现了应用多种研究方法进行创造性综合来研究国土资源与环境问题的特点,将遥感与地理信息系统、人工神经网络、热释光测年、浅层人工地震测量等多种技术密切结合,针对浙江经济建设和社会发展中迫切需要解决的一些重大资源与环境问题,在土地利用与土地覆被、地质灾害、城市变迁动态、与重大工程建设有关的活动断裂及区域地壳稳定性评价、海岸带与海岛资源、沿海沉积泥沙来源,金、银、铜、萤石、叶蜡石等重要矿产找矿前景评价等方面开展系统的综合调查研究,建立了可以为政府部门和社会提供信息共享服务的国土资源遥感综合调查数据库与信息管理系统,以大量的新资料和具有前瞻性的宏观认识为浙江近期经济建设、中长期经济社会发展规划及可持续发展研究提供了科学依据,也为今后我国地学界从地球系统科学角度综合多种研究方法解决国土资源与环境问题提供了一个范例。该项目取得了许多具有突破性的重要成果,如提出的预报区域群发性滑坡灾害发生概率的思路,研发了集地理信息系统与人工神经网络于一体的滑坡灾害概率预报系统,建立了地面沉降易发程度和地面沉降灾害危险程度评价方法,揭示了城市空间扩展速率与经济增长速率之间存在的幂指数关系,解决了如何根据遥感影像信息对较小面积(约1个像元)海岛的计算机自动识别、边界提取、周长与面积统计等问题。这些成果已应用于实际并取得显著效果。

《浙江省国土资源遥感调查与综合研究》作为浙江省国土资源遥感综合调查项目的总结报告,汇集了综合调查研究取得的许多新资料、新认识,发展了许多新概念、新技术和新方法,代表了我国国土资源遥感调查与综合研究的最新水平,将对地球科学的发展和应用研究产生重要影响。我深信该书的出版一定会受到政府管理决策部门的欢迎,并给国土资源领域的研究、教学人员以新的启迪和收获。

中国科学院院士、中国工程院院士

常印佛

2004年5月8日

序 二

浙江省国土资源遥感综合调查项目,是由中国地质调查局、浙江省发展计划委员会、浙江省国土资源厅联合组织进行的一个重大课题。利用遥感等科技手段对国土资源进行全方位多层次的调查,在浙江还是第一次。十多个科研单位和大学的数十余名科技人员经过三年不懈努力,终于完成了这次综合调研。《浙江省国土资源遥感调查与综合研究》汇集了调查研究的主要成果,是一部研究浙江国土资源的重要专著。该项研究及专著的完成,把浙江的国土资源监测与综合研究工作推进到了一个新的发展阶段。这是一件可喜可贺的事情。

《浙江省国土资源遥感调查与综合研究》汇集了大量的基础性调查数据,系统地分析总结了浙江国土资源各种要素的过去和现状、经济和社会发展与国土资源之间的互动关系,重点阐述了土地资源的有序利用,重大工程建设活动与地质灾害的防治,海岸带、海岛资源和矿产资源的前景评价,国土资源遥感信息系统建设等重要问题,特别是针对浙江日益严重的水土污染、水资源紧缺和地面沉降等生态环境问题,创造性地提出了在浙江实施全流域水土改造工程的宏观设想,从而为浙江的国土整治和生态省建设提供了重要的科学依据。全书忠实地记录了这次遥感综合调查的过程、内容、方法,洋溢着科学的探索精神和理论创新的勇气。

《浙江省国土资源遥感调查与综合研究》还突出表现了现代高科技用于理论研究的方法论特点。遥感技术作为本次调查研究的主要手段,具有宏观、动态、综合、快速、多尺度、多时相的优势,在实践中发挥了重要作用。这是政府有关部门和科研单位在地质科学和遥感科学之间打通研究的一次有益尝试,对广大科技工作者无疑也起到了很好的示范作用。同时,体现了以解决经济和社会可持续发展面临的许多资源与环境问题为目的的地球系统科学发展的国际前沿。

浙江省国土资源遥感综合研究课题的开展,再次展示了理论创新和科学技术相结合的广阔前景。令人欣喜的是,眼前这本论著已经有意识地就此提出了进一步的设想。例如,在浙江省建立土地覆被变化遥感监测系统、水域面积变化遥感监测系统、城市扩展动态遥感监测系统、突发性地质灾害灾情评估和应急管理系统等设想,对促进浙江的生态省建设以及经济和社会的可持续发展都具有重要意义。作为一名长期从事遥感工作的科技工作者,我衷心祝愿这些良好的设想能够在浙江省省委、省政府和各界的大力支持下逐步付诸实施。

祝愿浙江的山水更加美好。

中国工程院院士

潘德炉

2004年4月3日于杭州

前言

资源与环境问题已引起国际社会普遍关注,资源短缺、环境污染、生态破坏和灾害频发等问题已成为各国经济和社会可持续发展的长期制约因素。另一方面,从工业化以来,学术的以及经济的成就是以专业分化为标志的;这种过度的专业分化和综合研究的缺乏,已严重制约了我们解决资源和环境问题的能力。经济和社会的发展迫切需要对所要解决的问题能提供一种综合的宏观认识。

卫星遥感作为一种现代的高技术手段,用以进行国土资源和生态环境调查评价、监测,具有视点高、视域广、多视角,数据获取快速和可重复覆盖、连续观测,反映的信息客观真实、整体性和综合性强等特点;它已成为国民经济建设中获取资源、环境信息必不可少的方法,是政府制定国土资源规划、管理、保护与合理利用政策、可持续发展战略的重要技术支撑。世界上发达国家均十分重视国土资源的遥感综合调查,并积极开展在国土遥感信息基础上对各种资源、环境 and 经济人文等资料进行综合研究工作。

为此,原国家计委国土地区司在20世纪80年代就着手部署开展综合性的省级国土资源遥感综合调查研究工作。1998年国务院机构改革和职能调整后,该项工作纳入国土资源部新一轮国土资源大调查计划,由中国地质调查局统一部署进行。

“浙江省国土资源遥感综合调查”项目(项目编号:20001500012021)由中国地质调查局下达(任务书编号:0700133007),浙江省发展计划委员会与浙江省国土资源厅共同组织实施。

2000年11月6日浙江省发展计划委员会与浙江省国土资源厅共同组织专家,对项目负责人李长江主持编写的“浙江省国土资源遥感综合调查项目设计”进行了会议审查。审查意见确认了项目设计书选择土地利用与土地覆被、地质灾害、城市变迁动态、与重大工程建设有关的区域地壳稳定性评价、海岸带与海岛资源和重要矿产找矿前景等六大方面,设置6个重点课题开展工作的思路,认为这6个课题内容既反映了浙江省经济建设和社会发展中若干迫切需要解决的一些国土资源环境方面的重大问题,也符合项目任务书的要求。课题设置和承担单位如表0.1所示。

为确保本项目的顺利实施,取得预期成果,经浙江省政府同意,2001年2月20日省发展计划委员会与国土资源厅联合发文(浙计地区[2001]138号)成立了浙江省国土资源遥感综合调查项目协调小组,协调小组成员如下:

组长:李卫宁(省发展计划委员会)、副组长:潘圣明(省国土资源厅)。

成员:王东祥(省发展计划委员会)、沈维祥(省科技厅)、余逸美(省财政厅)、夏晓鸿(省国土资源厅)、姚昭晖(省建设厅)、钱立高(省交通厅)、杨晓威(省信息产业厅)、彭佳学(省水利厅)、蔡新光(省农业厅)、石坚荣(省环保局)、吴晓平(省林业局)、朱家立(省海洋与渔业局)、萧歌(省旅游局)、徐孝宁(省地震局)、宋陶丹(省测绘局)、李长江(省国土资源厅信息中心)。

项目协调小组下设项目管理办公室,王东祥兼任办公室主任,夏晓鸿兼办公室副主任,楼慧芬、金敬撑、邱鸿坤为办公室成员,负责项目管理、联络、协调,以及阶段性成果检

查、质量监督等工作。

表 0.1 浙江省国土资源遥感综合调查项目课题设置

编号	课题名称	承担单位
ZR01	遥感数据处理与多源信息集成研究	浙江省国土资源厅信息中心 中国国土资源航空物探遥感中心 浙江大学地球科学系
ZR02	浙江省土地利用与土地覆被遥感综合调查	浙江省国土资源厅信息中心 南京大学 GIS 与遥感实验室 浙江大学资源与环境信息系统重点实验室
ZR03	浙江省地质灾害遥感调查	浙江省国土资源厅信息中心 浙江省地质矿产研究所
ZR04	浙江省海岸带及岛屿资源遥感调查	浙江大学地球科学系 国家海洋局第二海洋研究所
ZR05	浙江省地壳稳定性遥感调查	中国国土资源航空物探遥感中心 浙江省工程地震研究所
ZR06	浙江省主要矿产资源找矿前景遥感综合评价	浙江省地质调查院 浙江省国土资源厅信息中心

在项目负责人李长江主持下，浙江省国土资源遥感综合调查项目于2001年1月正式开展工作；2003年1月完成各课题调查研究工作，3月份编写完成“浙江省国土资源遥感综合调查报告”。2003年12月16日，中国地质调查局、浙江省发展计划委员会和国土资源厅在杭州召开评审验收会议，由中国科学院院士、工程院院士、地质学家常印佛，工程院院士、遥感专家潘德炉等专家组成的评审委员会，中国地质调查局基础调查部主任王平，浙江省发展计划委员会副主任刘亨，浙江省国土资源厅副厅长潘圣明等有关部门负责人组成的验收委员会，对“浙江省国土资源遥感综合调查报告”进行了评审验收，并对进一步的工作提出了指导性的意见。

本书是在项目报告基础上经进一步综合研究编写而成。其中，在“浙江省国土资源遥感综合调查报告”通过评审验收后，特别邀请郎鸿儒教授参加了对浙江沿海沉积泥沙来源问题的进一步研究，这部分内容也包含在本书中。

通过本次遥感综合调查研究，主要取得了以下八个方面的新进展。

0.1 土地与矿产资源遥感调查

(1) 发展了一种新的土地利用和土地覆被的遥感信息计算机分类方法——人工神经网络与专题信息提取相结合的方法,使分类总精度有明显提高,为开展土地利用动态遥感监测提供了新的技术方法。以计算机分类方法结合目视解译和实地查验,开展了全省土地利用与土地覆被变化调查,编制了浙江省第一套1:25万土地利用与土地覆被现状遥感调查图。调查结果表明,截至2001年,浙江省土地总面积为 $1050.2 \times 10^4\text{hm}^2$,其中灌溉水田 $162.85 \times 10^4\text{hm}^2$ (15.45%)、望天田 $28.28 \times 10^4\text{hm}^2$ (2.68%)、水浇地 $10.79 \times 10^4\text{hm}^2$ (1.03%)、旱地 $43.41 \times 10^4\text{hm}^2$ (4.12%)、园地 $68.14 \times 10^4\text{hm}^2$ (6.49%)、其他农用地 $1.16 \times 10^4\text{hm}^2$ (1.10%)、林地 $592.77 \times 10^4\text{hm}^2$ (56.44%)、建设用地 $49.89 \times 10^4\text{hm}^2$ (4.73%)、未利用地 $85.81 \times 10^4\text{hm}^2$ (8.15%)。

(2) 通过遥感图像解译和野外查证,建立了适合浙江地质特点的线形体、盆地构造、特殊微地貌、岩石蚀变、植被异常、植被毒化等遥感找矿信息辨识标志与提取方法。对浙

江的金、银、铜和萤石、叶蜡石等矿产的成矿潜力和找矿前景进行评价,划分出29个成矿远景区,并对各成矿远景区的主要地质和成矿特征进行了深入的分析,给出了各远景区分布面积、拐点坐标、找矿靶区位置等重要数据,编制了1:50万浙江省金、银、铜、萤石、叶蜡石矿产遥感综合评价图。

0.2 海岸带与岛屿资源遥感调查

(1) 对最近50年来浙江省沿海岸线与潮滩演变情况进行了系统的调查,编制了1:25万浙江省最近50年海岸线变迁图、1:25万浙江省海岸线类型图、1:25万浙江省海涂资源利用现状遥感调查图。

(2) 获得最新的浙江省海岸线长度数据,截至2001年3月,浙江的海岸线长度总计为6966.78 km;其中,大陆海岸线长度为1988.95 km,岛屿岸线长度为4977.83 km。

(3) 查明了浙江省海岸滩涂面积与开发利用现状。截至2001年3月,浙江的海岸滩涂面积为1854.89 km² (约合278.3万亩,1hm²=15亩),其中已围垦海涂的面积为1282.82 km² (约合192.4万亩)。在已围垦海涂中,主要利用类型的面积和所占百分比为:耕地384.12km² (29.9%)、盐场115.04km² (8.9%)、养殖池354.68 km² (27.6%)、围垦湿地(未利用)73.97km² (5.8%)、小面积养殖池和围垦湿地混合地带组成的滨海湿地面积355.01km² (27.6%)。

(4) 首次综合应用RS、GIS和GPS等新技术,查明了浙江省沿海及近海,在大潮平均高潮位以上,面积在500m²以上的岛屿为2591个,并获得这些岛屿的地理位置(经纬度)、形态、面积和岸线长度等基础数据,真实、客观、全面地反映了截至2001年3月浙江省海岛的分布特征和现状,编制了浙江省第一套能反映海水深度的1:25万沿海岛屿分布卫星影像(海)图,弥补了以往历次调查数据的不完整性和资料陈旧等不足。采用遥感多波段图像的方差分析,建立了基于GIS的遥感信息海岛自动识别系统,解决了如何根据遥感影像信息对较小面积(≈1个像元)海岛的计算机自动识别、边界提取、周长与面积统计等问题。

(5) 采用了两个时相的美国陆地卫星的Landsat-5 TM和Landsat-7 ETM+影像数据,两年8个时相NOAA-AVHRR卫星数据以及1个时相的ERS-1/2 SAR数据,对舟山群岛-宁波深水港群海区泥沙分布以及风浪流进行了调查。

(6) 为满足海运船舶日益大型化、集装箱化,港口向深水、大型、综合方面发展的需要,按照可接纳7万吨级以上干散货船和10万吨级以上油轮,港口水深大于15m为要求,首次将舟山群岛-宁波海区深水岸线划分为10~15m、15~20m和大于20m三个等级。在该海区的300km²范围内,15~20m和大于20m的深水岸线总长度分别为129.8km和324.2km。其中,适宜建深水港的水深大于15m的深水岸线长度超过210 km。如此规模的深水岸线集中分布程度,在世界上也是罕见的。由此表明,在舟山群岛-宁波海区具有建设世界级巨型深水枢纽港群的岸线资源条件,从而为有关部门制定舟山群岛-宁波深水港群的整体开发利用规划提供了新的基础资料。

0.3 区域地壳稳定性与活动断裂遥感综合调查

(1) 在浙江第一次综合应用遥感、热释光测年、浅层人工地震勘查等新技术方法,结合航磁与重力资料的分析研究和野外调查,对浙江省的断裂构造活动性进行全面、系统的综合研究,首次将浙江区域内的断裂构造划分为活动断裂(晚更新世断裂,热释光年龄小

于等于 12×10^4 a)、第四纪断裂(热释光年龄大于 12×10^4 a)和前第四纪断裂,并综合考虑与地壳活动性有关的地震资料、第三纪以来基性火山岩分布、水系分布、地貌及其他资料将浙江地壳划分为稳定区、次稳定区和弱活动区三种类型,编制了浙江省第一套 1:25 万区域地壳稳定性遥感综合解译图。这些成果为今后的城市发展布局,大型工程建设场址选择与评价,合理规划、整治和开发利用土地,避让地质灾害的侵扰等提供了最新的区域地壳稳定性和断裂活动依据。同时,根据该成果,今后可以对一些可能影响重大工程安全的主要活动断裂带布设 GPS 控制点,监测地壳变形、分析断裂活动,预防地质灾害。

(2) 对杭州湾跨海大桥、舟山连岛工程、三门湾核电站场址、温州市灵昆至洞头跨海大桥等重大工程区,以及杭州、温州市区及其周边地区的地壳稳定性问题进行了具体分析,针对活动断裂构造可能存在的不利影响提出了进一步的工作建议,对浙南的泰顺县、文成县及庆元县的现代地震活动特点进行了遥感等资料的综合分析,预测了未来可能发生地震灾害的区域。

0.4 突发性地质灾害预警预报系统研究与地面沉降危险程度评价

(1) 在获得浙江突发性地质灾害 86% 以上属于滑坡,并且 90% 以上的滑坡由降雨诱发以及对滑坡灾害时空分布规律的认识基础上,根据基本覆盖浙江全部陆地区域的 1257 个雨量观测站在 1990 年至 2001 年期间记录的日降雨量数据,在同时期内有明确日期、位置记录的 609 处滑坡(泥石流)灾害数据,采用分形统计学等方法揭示了滑坡灾害发生与降雨分布、降雨量之间存在多重分形关系,确定了诱发滑坡灾害的临界日降雨量和前期累计降雨量。

(2) 首次提出了区域群发性滑坡灾害的概率预报概念,并根据对地质构造、地层岩性、地形、地貌、土壤类型、土地利用类型、人口分布、降雨量分布、已知滑坡灾害点分布等资料的综合分析,研发了集地理信息系统与人工神经网络于一体的群发性滑坡灾害概率预报系统(LAPS),为解决对降雨诱发的区域群发性滑坡灾害可能发生的时间、地点、成灾范围和影响程度的概率预报(警)这一重大问题提供了新的技术方法。该系统可以通过宽带网络与气象、水文观测等有关部门相连接,在雨季根据实时的降雨预报和雨量观测数据,对全省区域范围内滑坡灾害发生概率进行快速评价,实现对灾害发生的空间范围、强度及其分布概率的实时预警预报。对全省预报的空间尺度达到 $1\text{km} \times 1\text{km}$ (即对每个 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 网格给出一个预报概率值),自动编制和输出滑坡灾害发生概率分布图,并具有维护方便、操作简单、可视化强等特点。

(3) 根据从 1:5 万 DEM 数据和 ETM+ 影像获取的地形地貌和地表高程信息,地表水水位观测和地下水开采等资料,采用分形统计学方法对累计地下水开采量—地面沉降中心累计沉降量关系、地面沉降量—沉降区面积分布关系、地下水位下降对地面年沉降速率的影响关系、地面高程与地表多年平均水位值分布等进行定量分析,首次建立了有严格统计学依据的地面沉降易发程度和地面沉降灾害危险程度评价分级方法。

0.5 城市现状与变迁动态遥感调查

(1) 在浙江省首次同时对三个具有代表性的城市——杭州、宁波、义乌最近 15~20 年来城市建成区的扩展、城市建设用地结构演化、旧城区改造情况等进行深入调查研究,取得系统、翔实的资料,编制了数字化的 1:2.5 万(杭州市与宁波市)及 1:1 万(义乌市)城市现状遥感解译图,1:5 万城市变迁动态遥感解译图,建成杭州、宁波和义乌三个

城市市区 20 世纪 80 年代初期至 90 年代末期的城市土地利用数据库,从而重现 20 世纪 80 年代初以来这些城市的土地利用状况和变迁历史。这些基础数据对政府部门制定科学的城市发展规划,形成生态合理、经济有效的城市土地空间结构,实现经济建设和社会进步的可持续发展具有重要意义。

(2) 首次在浙江开展县级以上城镇建成区扩展与经济增长关系的遥感调查研究,获得从 1998 年至 2002 年全省 69 个县级以上城市建成区扩张量及其空间分布的基础数据,并对城市空间扩展量与 GDP 增长量之间的相关性进行分析。采用幂指数函数描述城镇空间扩展速率与经济增长率之间的关系,建立了城市建设用地弹性系数模型,为评价城市化的发展程度,评价城市土地利用效率,制定正确的城市发展规划和城市用地政策提供了新的方法。

0.6 对最近 800 多年来浙江沿海沉积泥沙的主要来源进行了初步研究

根据对不同类型和不同时相遥感影像等资料的分析,提出“中国近海浑浊流”的概念,认为在中国大陆沿海存在一种不断活动变化的、呈不规则条带状的浑浊海流,该浑浊海流在闽北海域以北全年均自北而南运移,是中国(中)东部沿海沉积泥沙运移的载体。首次揭示浙江沿海最近 800 多年来所沉积的泥沙主要来自苏北滨海,并非是传统认为的主要来源于长江径流所输送入海的泥沙。这一新的观点对包括浙沪苏海岸带在内的整个中国(中)东部滨海平原在形成过程中不同区段的淤涨、侵蚀历史和未来环境的演化趋势及其与海平面涨落关系的研究提供了一个与以往不同的视角。

0.7 解决浙江水资源紧缺、水土污染和地面沉降等生态环境问题的对策

针对浙江日益严重的水资源紧缺、水土污染和地面沉降等生态环境问题,提出了在钱塘江入海口拦海筑坝,建“杭州湾生态大水库”,实施全流域水土改造工程的规划设想。通过在钱塘江入海口拦海筑坝,阻隔咸水,在保持杭州湾正常水位(不淹没土地)的情况下,使每年从钱塘江口入海的约 380 亿 m^3 淡水改变其流向:向北通过京杭运河,经太湖、太浦河至黄浦江入海;往南经杭甬运河,沟通曹娥江、姚江、甬江而至甬江口入海。这样,既解决了交通问题,也建了一座可蓄水约 400 亿 m^3 的特大型淡水水库。“杭州湾生态大水库”将成为一个与浙北、苏南、上海及浙东平原河网互连的水利枢纽系统,在诸多方面形成良性互动,使目前困扰浙江,乃至整个长江三角洲地区经济社会发展的水资源、水土污染等许多生态环境问题得到系统解决。从而可以在杭嘉湖和宁绍平原、上海及苏南地区停止开采地下水,扼制地面沉降,同时,也解决了运河在枯水期间的航运不畅问题。利用对库区清淤得到的淤泥在水库坝体南端向海一侧进行围海造陆,可以新增一大片土地,借此对滑坡灾害频发的山区和一些地表水体与土壤环境被严重污染地区实施“生态移民”和乡镇工业的“生态迁移”。这是一项全流域的水土改造系统工程,整个长江三角洲地区的生态环境都将因此而受益。

0.8 国土资源遥感综合调查数据库与信息系统

采用当前最先进的技术——ArcSDE+ORACLE建立了浙江省国土资源遥感综合调查数据库与信息管理系统,从本质上实现了多源信息集成和对空间数据连续无缝的存储与管理;并通过先进、成熟的 GIS 软件平台设计了一个集 C/S 与 B/S 于一体的遥感影像管理发布系统,实现了对影像数据和矢量数据方便、快捷、高效的一体化管理;开发了良好的国土资源遥感影像元数据管理与发布平台接口,实现了本节点国土资源遥感综合调查基础成果数据的资源共享。在信息安全策略方面,建立了多重的安全管理机制,建立了完善的数

据安全机制和数据访问权限控制机制,保证各类信息严格按保密程度控制访问者。

利用遥感宏观、动态、综合、快速、多尺度、多时相的技术优势,辅以其他技术方法,对浙江省国土资源和环境进行多层次全方位的综合调查研究,在浙江是一项前所未有的工作,是集多种现代高新技术手段为一体应用于我省国土资源综合调查工作的一次较全面尝试,标志着对浙江省国土资源基础资料进行全面更新的开始。本研究项目取得的许多成果,以最新的基础性数据和具有前瞻性的建议,为解决浙江经济建设与社会发展中存在的一些重大问题,为政府制定科学的国土资源规划、管理、保护与合理利用政策和实施生态省建设工程提供了重要科学依据,将对促进区域经济和社会的可持续发展产生积极的作用。

本项目将遥感与多种研究方法相结合,对地质、自然地理、矿产资源、土地、生态环境和经济等信息进行多尺度的创造性综合,从宏观上阐明了许多资源和环境问题的内在联系,为解决浙江经济社会可持续发展面临的一些重大资源和环境问题提供了新的思路,为今后我国地学界从地球系统科学角度综合多种方法开展这方面的研究起到了示范作用,建立和发展的许多新概念、新思路、新方法以及获得的大量新资料对推动地球科学发展和应用研究也具有重要意义。

然而,我们也应该看到,遥感在国土资源和环境工作中应用的领域还远不只是本项目已开展工作的这几个方面。在浙江的经济建设和社会发展中需要利用遥感技术解决的问题还很多,如浙江的水资源与地表水污染、农业地质背景与地球化学环境、旅游资源、森林植被、湿地保护、土壤侵蚀现状及演化趋势、洪涝灾害监测与评估以及城市变迁动态和环境“三废”监测等等。尤其是应用遥感和地理信息系统技术建立浙江省土地覆被变化遥感监测系统、水域面积变化遥感监测系统、城市扩展动态遥感监测系统、突发性地质灾害灾情评估和应急指挥系统,对促进浙江的生态省建设以及经济和社会的可持续发展具有重要意义,建议浙江省有关部门将这些课题列入“浙江省生态建设工程”,进行统筹规划,予以安排实施。

在本项目实施过程中,得到浙江省政府的高度重视,在配套经费上给予了大力支持,项目协调小组在浙江省发展计划委员会和国土资源厅的领导下,在项目实施的组织、协调等方面做了许多卓有成效的工作,为项目的完成提供了有力的组织领导保障。中国地质调查局基础部、项目协调小组办公室、项目协调小组成员单位、各课题承担单位以及浙江省水文勘测局、浙江省地理信息中心、浙江省地质环境监测总站为调查工作的开展提供了大力的支持,在此表示衷心的感谢。

我们非常感谢中国国土资源航空物探遥感中心王润生教授、中国地质调查局郭洪周高级工程师、秦绪文高级工程师,浙江省地质环境监测总站朱川教授级高级工程师、浙江省工程勘察院张上麟教授级高级工程师、浙江省水利厅原总工程师陈绍沂、浙江省发展计划委员会国土处王东祥处长、浙江省推进城市化工作协调领导小组办公室姚昭晖、浙江大学土地管理学院柯正谊教授、浙江省国土资源厅张藻教授级高级工程师、浙江省建设厅章济宏高级城市规划师、浙江大学地球科学系赵元洪教授、国家海洋局第二海洋研究所谢钦春研究员、浙江省地质矿产研究所王成农和胡永和教授级高级工程师等为本项目工作提供的许多有价值的建议和帮助。

我们特别要感谢郎鸿儒教授级高级工程师对本项目研究方案和工作思路提供的许多建设性的意见和对浙江沿海沉积泥沙来源问题研究所提供的帮助与支持。

我们还要感谢浙江省测绘局马建平副局长,浙江国土资源厅计划财务处缪金海处长,

科技教育处章湑晶处长、周展高级工程师，地质环境处王洲平处长、孙乐玲副处长，中国国土资源航空物探遥感中心遥感部主任方洪宾教授，浙江省地质调查院院长张建明、总工程师汪庆华、副总经济师金均华，浙江省水文勘测局总工程师、教授级高级工程师伍远康，浙江省气象科学研究所所长、高级工程师俞善贤，浙江省水利管理总站李寿星处长，浙江省地理信息中心主任徐韬、总工程师朱强，杭州市规划局信息中心主任杨茂成，义乌市勘测设计研究院院长朱国敏，宁波市国土资源局信息中心主任高海明，以及赵光弟、唐碧雅、成小英、白建伟等同志对项目工作给予的大力支持与帮助。

本书各章的执笔者和参加者为：前言李长江；第1章李长江、王永江、麻土华；第2章陈习军、吴宏海、冯学智；第3章麻土华、朱兴盛、李长江；第4章沈晓华、邹乐君；第5章周长宝、张华国、邹乐君、沈晓华；第6章李长江、郎鸿儒、沈晓华；第7章王永江、叶建青、李长江；第8章王永江、王晓红；第9章李长江、麻土华、王建国、张芸；第10章潘松林、麻土华、朱兴盛；第11章陈建杰、邹乐君；第12章李长江、王永江、麻土华。全书最后由李长江修改定稿。

浙江省国土资源遥感综合调查项目组

2004年2月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 浙江省国土资源与环境概况	2
1.2 浙江已往的遥感调查概况和成果	3
1.3 课题设置	5
1.3.1 遥感数据处理与多源信息集成研究 (ZR01)	5
1.3.2 浙江省土地利用与土地覆被遥感综合调查 (ZR02)	5
1.3.3 浙江省地质灾害遥感调查 (ZR03)	6
1.3.4 浙江省海岸带及岛屿资源遥感调查 (ZR04)	6
1.3.5 浙江省地壳稳定性、城市现状与变迁动态遥感调查 (ZR05)	6
1.3.6 浙江省主要矿产资源找矿前景遥感综合评价 (ZR06)	7
1.4 方法和技术路线	7
1.4.1 多数据源选择	7
1.4.2 多源数据空间配准及增强	7
1.4.3 多数据源融合及镶嵌处理	7
1.4.4 充分收集利用已有的资料	8
1.4.5 遥感、GIS、数据库全面集成	8
1.5 基础信息数据库和地理信息系统的选择	8
1.5.1 基础地理数据库的选择	8
1.5.2 地理信息系统的选择	8
1.5.3 数据库管理系统	9
1.6 数据源概况	9
1.6.1 卫星遥感数据	9
1.6.2 航空遥感数据	9
1.7 影像图的制作	12
1.7.1 卫星影像图(1:25 万)的制作	12
1.7.2 ETM + 自融合图像的制作	14
1.7.3 局部重点地区 SPOT 与 ETM+ 或 TM 多光谱波段融合图的制作	14
1.7.4 航片的镶嵌处理	15
1.7.5 卫星遥感和航空遥感影像图制作的精度分析	16
第 2 章 土地利用与土地覆被遥感调查	18
2.1 概 述	19
2.2 卫星遥感数据与基础地理数据	20
2.3 基于遥感信息的土地利用与土地覆被分类方法	21
2.3.1 人工神经网络分类方法	22
2.3.2 专家系统分类方法	22
2.3.3 人工神经网络与专题信息提取结合的方法	23

2.3.4 土地利用、覆被的计算机分类实验	24
2.4 浙江省 1:25 万土地利用、土地覆被编图	27
2.4.1 编图的基本原则和依据	27
2.4.2 编图流程	31
2.4.3 地图的投影、分幅与编号	31
2.4.4 地图内容各要素的编绘	31
2.4.5 结论	35
第 3 章 群发性滑坡灾害的概率预报与地面沉降灾害易发程度、危险程度评价	39
3.1 群发性滑坡灾害的概率预报预警系统研究	40
3.1.1 概述	40
3.1.2 群发性滑坡灾害的诱发因素统计	43
3.1.3 滑坡灾害发生与降雨的关系	43
3.1.4 滑坡灾害发生与土壤、土地利用类型的关系	50
3.1.5 从卫星遥感数据提取植被覆盖、土壤含水量信息的方法	52
3.1.6 基于 GIS 和 ANN 的群发性滑坡灾害概率预报预警方法	53
3.1.7 滑坡灾害易发程度分区的最小方差方法	56
3.1.8 应用 LAPS 进行滑坡灾害预报预警	60
3.1.9 小结	68
3.2 地面沉降灾害易发程度和危险程度评价方法	69
3.2.1 概述	69
3.2.2 浙江省地面沉降主要特征	70
3.2.3 地面沉降易发程度和地面沉降危险程度评价方法	73
3.2.4 小结	82
第 4 章 海岸带及岛屿资源遥感调查	83
4.1 概述	84
4.2 海岸线类型与岸线变迁	86
4.2.1 海岸线类型及其分布规律	86
4.2.2 海岸线、滩界与潮滩变迁	88
4.2.3 小结	96
4.3 海涂资源及利用现状	96
4.3.1 海涂资源利用类型及其影像特征	96
4.3.2 海涂资源利用现状	97
4.3.3 小结	101
4.4 海岛遥感调查	101
4.4.1 海岛概述	101
4.4.2 海岛遥感信息的提取	103
4.4.3 海岛数量调查	109
4.4.4 海岛面积调查	110
4.4.5 海岛岸线长度调查	111

4.4.6	浙江省常年住人海岛统计	111
4.4.7	海岛分述	120
4.4.8	与以往海岛调查结果的若干对比	158
第 5 章	舟山群岛—宁波深水港群的岸线资源及海域泥沙和波浪的遥感影像特征	162
5.1	概述	163
5.2	港口岸线	168
5.2.1	深水岸线	168
5.2.2	港口仓储场地	168
5.3	悬浮泥沙浓度调查	170
5.4	海区环境的 SAR 遥感特征	173
第 6 章	浙江沿海沉积泥沙主要来源的初步研究	
	——最近 800 多年来沉积的泥沙主要来自苏北滨海	178
6.1	概述	179
6.2	中国（中）东部沿海全新世（10900 年）以来的沧桑之变	180
6.2.1	河姆渡海进和河姆渡海退	180
6.2.2	皇天畝海进和皇天畝海退	180
6.2.3	钟家埭海进和钟家埭海退	182
6.2.4	大古塘海进和大古塘海退	183
6.3	中国（中）东部最近 800 多年来的主要地质事件	183
6.3.1	黄河改道	183
6.3.2	海平面升降	184
6.4	浙江沿海最近 800 多年来所沉积的泥沙主要来自苏北滨海	184
6.4.1	中国沿海的波浪、潮汐、风暴潮及海流	184
6.4.2	中国近海的浑浊流	194
6.4.3	黄河改道致使苏北沿海变化剧烈	199
6.4.4	黄河改道致使浙江大古塘期海相沉积的强势堆积	203
6.5	结论	206
第 7 章	区域地壳稳定性与活动断裂遥感调查	208
7.1	概述	209
7.2	地质构造背景	209
7.3	断裂构造遥感综合解译分析	210
7.3.1	断裂解译标志、级别及其活动性质划分	210
7.3.2	断裂活动的热释光年龄测定	213
7.3.3	活动断裂的浅层人工地震勘查	217
7.3.4	断裂构造遥感综合解译小结	221
7.4	现代地震活动遥感综合分析	226
7.4.1	浙江省地震活动特点	226
7.4.2	现代地震活动的遥感综合分析	226
7.5	地壳稳定性分区评价	230

7.5.1	地壳稳定性分区要素	230
7.5.2	地壳稳定性分区	232
7.5.3	各分区主要特征分析	233
7.6	重大工程区地壳稳定性评价	236
7.6.1	舟山连岛工程区地壳稳定性评价	236
7.6.2	江山—绍兴断裂对杭州湾大通道主体工程（特大桥）场地稳定性以及大桥建成后 安全运行的影响程度评估	238
7.6.3	象山港区工程地壳稳定性评价	238
7.6.4	三门湾核电站场址工程稳定性评价	240
7.6.5	杭州市及周边地区地壳稳定性评价	241
7.6.6	温州市地区地壳稳定性评价	244
第 8 章	典型城市遥感调查	245
8.1	概述	246
8.2	城市现状与变迁动态遥感调查工作理论基础	247
8.2.1	城市地物的波谱特征	247
8.2.2	不同种类的图像应用特征	248
8.3	城市土地利用分类系统及含义	249
8.4	城市各用地类型的影像特征及判读解译	249
8.5	杭州市城市用地现状与变迁动态遥感调查	255
8.5.1	杭州市城市土地利用现状	256
8.5.2	杭州市城市发展与土地利用变迁分析	258
8.6	宁波市城市用地现状与变迁动态遥感调查	267
8.6.1	宁波市城市土地利用现状	267
8.6.2	宁波市城市发展与土地利用变迁分析	272
8.7	义乌市城市用地现状与变迁动态遥感调查	277
8.7.1	义乌市城市用地现状	278
8.7.2	义乌市城市发展与土地利用变迁分析	282
8.8	结 论	287
第 9 章	城市扩展与经济发展关系的遥感调查	290
9.1	概 述	291
9.2	数据与方法	291
9.3	城市扩展速度与经济发展之间的关系	292
9.4	浙江省城市空间扩展趋势	302
第 10 章	主要矿产资源找矿前景遥感综合评价	303
10.1	概 述	304
10.2	数据源选择及预处理	305
10.2.1	遥感数据源的选择和预处理	306
10.2.2	地质矿产数据源的选择和预处理	306
10.2.3	其他数据	307