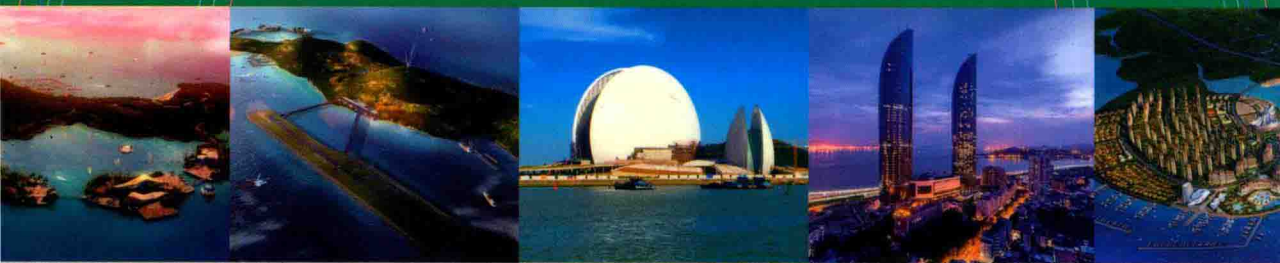


海岛建筑工程 绿色建造关键技术

*Key Technologies of Green
Construction on Island*

马荣全 苗冬梅 张世武 朱庆涛 主 编
万利民 张晓勇 丁志强 刘永福 副主编



以六个实际工程为技术载体
以南海担杆列岛为研究对象



海洋出版社

海岛建筑工程 绿色建造关键技术

以六个实际工程为技术载体
以南海担杆列岛为研究对象

Key Technologies of Green Construction on Island

马荣全 苗冬梅 张世武 朱庆涛 主 编
万利民 张晓勇 丁志强 刘永福 副主编

海洋出版社

2016年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

海岛建筑工程绿色建造关键技术 / 马全荣等主编.

— 北京 : 海洋出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5027-9570-2

I. ①海… II. ①马… III. ①海岛工程—无污染技术

IV. ①P931.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第274023号

《海岛建筑工程绿色建造关键技术》

内部发行 注意保存

责任编辑 : 常青青

责任印制 : 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编 : 100081

北京画中画印刷有限公司印刷

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

开本 : 787mm × 1092mm 1 / 16 印张 : 24.5

字数 : 453 千字 定价 : 218.00 元

发行部 : 62132549 邮购部 : 68038093

总编室 : 62114335 编辑室 : 62100038

海洋版图书印、装错误可随时退换

《海岛建筑工程绿色建造关键技术》编写组

编写单位、人员及工作内容：

单位/部门	人员	工作内容
中建股份	肖绪文院士	顾问
中建八局工程研究院	马荣全、苗冬梅、张世武、葛 杰 何 平、廖显东	策划、管理、主编
中建八局广州公司	万利民、蔡庆军、王彩明	第9.4节、第10.2节、第12章
中建八局总承包公司	张晓勇、孙晓阳、张建国、危 鼎	第2.3节、第8.3节、第11章
中建八局青岛公司	丁志强、田宝吉、李惠之、周 禄	第7.5节、第9.3节
中建八局大连公司	周光毅、白 羽、王志强	第7.6节、第9.2节
中建土木公司	刘永福、孙同田、高登峰、马明磊	第6.3节、第9.1节
中建八局三公司	程建军、黄 海、汪贵临	修改、第3章
中建八局天津公司	亓立刚、苏亚武、裴鸿斌	第6.1节、第6.2节、第9.4节
中建八局西南公司	赵亚军、魏爱生	第4.1节、第11.2节
中建八局上海公司	朱 健、艾迪飞	第4.2节、第10.1节
中建八局一公司	于 科、张爱军	第4.3节、第3.3节
中建八局二公司	李忠卫、刘 雄	第4.4节、第2.1节
中建八局海外事业部	宋建忠、李建波	第4.5节、第6.2节
中建八局四公司	叩殿强、韩荣林	第7.1节
中建八局西北公司	陈俊杰、曹海良	第4.4节
中建八局广西公司	戈祥林、张皆科	第8.1节、第12.2节
中建八局钢结构公司	冯国军、樊警雷	第5.3节、第8.2节
上海中建八局装饰公司	梁 涛、孙美茹	第4.1节、第4.2节、美化
上海斯维尔软件公司	廖建平、白小烨	第5.1节、第5.2节
中建东孚投资公司	朱庆涛、王海龙、李书颖	策划、第1章、第2章
上海中建设计院	韩红云、金晓东	第5.2节

序



海岛之于中国，从来就如蓝色丝绒上的未琢之璞，既富饶地存在，又隐藏着动人的美丽。自天工开物，能工巧匠各逞神技，筑长城紫禁，修京杭都江，于华夏大地树起座座建筑文明的丰碑。然而，上下五千，时至今日，是海洋之未强，独海岛之未垦，何也？知之不甚，技之不足，器之不利，工之不善，是我国长期远离海岛开发的重要原因。

今日绿色建造，何谓？如为宝驹配鞍，堪比璞玉琢器，在保护中求发展，于珍惜中求美丽。故此，海岛建筑工程须以绿色为主题，以其独特的设计、工艺、设备等突破安全性、稳定性、耐久性、可持续性的关键技术。

本书内容来自中国建筑第八工程局——一个具有社会责任感的企业，将其在海岛工程之探索与经验以案例形式客观奉出，以供同行参阅。诚然，技术发展的脚步将远远超出本书的水平，但正是那些善于不断总结的人们，在讲述过去的同时，无私地让未来走在成就的前面。

史宏达 教授

中国海洋大学工程学院院长

前言



我国是拥有 18 000 km 海岸线的濒海大国,依据 1982 年《联合国海洋法公约》,属我国管辖的领海、毗连区、专属经济和大陆架约合 300 万 km^2 ,海洋环境也蕴藏着丰富的自然资源。从地图上看,我国是海洋大国,但事实上,我国却是一个海洋意识淡薄、海洋发展滞后、海上力量薄弱、海域争端不断、海洋权益面临严峻挑战的传统陆权国家。

与发达国家相比,我国的涉海隧道工程、海洋港口工程、海岛开发工程、海洋防灾减灾、海洋可再生能源利用、涉海工程规划、海洋保护区建设工程、大型涉海环境保护工程等技术能力积累不足,技术相对落后。

海岛开发利用有旅游、养殖、能源利用、工业开发、设置航海标志、军事用地等用途。但我国的海岛开发建设面临着诸多亟待解决的问题,如旅游开发缺乏统一规划、生态环境保护意识淡薄、旅游产品文化内涵不够、海岛基础设施落后、人才及资金匮乏,以及针对海洋环境的海岛规划、建筑设计和施工技术暂无系统积累,这些因素也导致我国的部分海岛旅游开发多以失败告终。我国海岛军民两用、文化旅游开发市场前景广阔,建设优质的建筑工程可为我国海岛开发提供良好的工作、生活环境。开发海岛旅游和进行科研攻关,也是维护海洋主权的重要形式之一。

进入 21 世纪,党和政府高度重视海洋战略,十八大制定了“建设海洋强国”宏伟战略目标,国家对海洋工程与科技发展有了更加迫切的需求。我国的海洋探测、海洋能源、生物资源开发等工程技术都得到快速发展。随着“天麒号”、“天鲸号”挖泥船研发成功并投入使用,我国开始在南海大面积“种岛”,并建设了系列配套建筑。海洋工程建筑业的产值占海洋经济的份额将不断提升。

海洋工程与科技向着大科学、高技术方向发展,呈现出绿色化、集成化、智能化、深远化的发展趋势。海岛绿色开发是系统化的大工程,每个环节

都需要开展全面、深入、细致的研究。

中国建筑第八工程局作为国内房建总承包、基础设施建设、工业安装方面的旗舰企业，拥有国家住建部颁发的新房屋建筑工程施工总承包特级资质。基于多年的工程技术积累，结合我国海岛绿色开发趋势，以大连欧力士大厦、青岛万达东方影都综合体、厦门世茂海峡大厦、珠海海岛歌剧院、福建莆田兴化港涵江填海工程、佛顶官山体文化建筑六个实际工程为技术载体，从地质勘察、环境评估、绿色规划、绿色建筑设计、填海、建材运输、地基与基础施工、主体结构施工、防腐蚀、绿色施工等方面全面开展海岛建筑工程绿色建造技术研究。

随着我国综合国力迅速提升及实际工程技术不断积累，BIM技术、3S技术（遥感RS、北斗卫星导航系统BDS、地理信息系统GIS）、装配式、钢结构技术将在海洋建筑工程中展开应用。海岛低冲击开发理念和技术、海岛人防工程也是重点研究领域。“智慧海岛”将是海岛绿色开发的重点方向，信息和通信智能技术将是海岛绿色开发建设的重要支撑。

本书的出版发行，可为我国开展海岛建筑工程绿色建造提供技术参考，为促进海岛经济开发奠定基础，向建设海洋强国迈出坚实的脚步。由于海岛绿色开发建设研究内容广泛，实际工程技术能力尚需持续积累，本书的内容无法全面覆盖，难免有所错漏，日后将不断补充完善。

中国工程院院士 肖绪文

2016年6月

目 录



第 1 章 担杆岛规划及支撑研究的实际工程项目简介	1
1.1 担杆列岛现状及规划	1
1.2 实际工程项目简介	3
第 2 章 海岛建筑工程地质勘察技术	8
2.1 海岛建筑工程地质勘察	8
2.2 担杆岛地质勘察 GIS 技术应用	8
2.3 厦门世茂海峡大厦岩土工程勘察	11
第 3 章 海岛开发环境影响评估	28
3.1 担杆岛绿色开发环境影响评估	28
3.2 环境影响预测与评价	34
3.3 环保措施与环境经济损益分析	43
第 4 章 担杆列岛绿色规划设计	47
4.1 担杆岛绿色规划设计	47
4.2 担杆岛总体规划说明	49
第 5 章 海岛绿色建筑设计	53
5.1 担杆岛旅馆建筑节能设计	53
5.2 担杆岛绿色建筑设计策略	67
5.3 担杆岛建筑建筑设计	74
5.4 海岛建筑 BIM 技术应用	78
第 6 章 填海工程技术介绍及案例解析	87
6.1 近海填海技术	87
6.2 远海填海技术	95
6.3 福建莆田兴化港涵江填海工程	99

第7章 海岛建筑地基与基础工程施工关键技术	116
7.1 地基处理技术概况	116
7.2 珠海海岛歌剧院深基坑降水	121
7.3 厦门世茂海峡大厦桩基施工关键技术	127
7.4 青岛东方影都一期填海工程地基基础施工	137
7.5 青岛黄岛剧院填海工程深基坑止水帷幕施工	146
7.6 大连欧力士项目地基基础袖阀注浆加固技术	151
第8章 海岛建筑工程主体结构施工关键技术	158
8.1 海岛建筑防潮	158
8.2 适用于海岛建筑工程的新型模板技术	163
8.3 厦门岛高层建筑主体结构施工关键技术	168
第9章 海岛建筑工程防腐蚀关键技术	236
9.1 海岛工程混凝土防腐蚀技术	236
9.2 大连欧力士项目混凝土耐久性案例解析	239
9.3 青岛万达东方影都项目混凝土耐久性技术解析	244
9.4 珠海海岛歌剧院项目钢结构防腐及防火涂装	254
第10章 海岛建筑工程抗海风冲击健康监测技术	263
10.1 海岛建筑结构防海风冲击变形监测技术	263
10.2 珠海歌剧院结构防海风冲击健康监测	272
第11章 海岛山体建筑施工环境保护技术	278
11.1 山体建筑施工关键技术	278
11.2 佛顶宫文化旅游建筑边坡加固及生态修复案例	298
第12章 海岛建筑工程绿色施工技术方案案例	307
12.1 海岛歌剧院概况	307
12.2 主要绿色施工方案	319
主要参考文献	381



第1章

担杆岛规划及支撑研究的实际工程项目简介

1.1 担杆列岛现状及规划

1.1.1 担杆岛现状

担杆列岛位于珠海香洲区东南部 73 km，最大岛屿 13.2 km²，该岛的东面和南面再没有其他海岛，直至太平洋，具有重要的战略意义（图 1-1 和图 1-2）。担杆岛因 7 座山峰连成一线，既窄且长，因形似“扁担”而得名。一条长 15 km 的公路贯穿东西，主峰为樟木湾顶，海拔 322 m。住着 200 多户原住民，有丰富多样的生态资源。地表为黄沙黏土，露岩甚多。



图1-1 担杆列岛地理位置

岛共分三个部分：担杆头、担杆中、担杆尾。岛上是珠海自然保护区，岛上有名贵植物罗汉松，有国家保护动物猕猴、穿山甲、娃娃鱼及各种蛇类。其中最闻名的担杆岛猕猴保护区位于 $21^{\circ}58' N$ ， $114^{\circ}07' E$ 。岛西南部有野生猕猴，1978 年划为广东省濒危动物保护区。



图1-2 担杆列岛主岛俯视图

1.1.2 担杆岛发展优势与劣势

1. 优势

城市发展空间的局限一直是珠海市城市空间发展的重要问题，随着国际旅游岛的建设，珠海市要寻求更大的发展空间，成为海南西部地区重要的旅游基地，是珠海市也是香洲区 21 世纪新的发展空间。

2. 劣势

担杆岛属于的香洲区目前经济社会发展水平较低、缺乏内生发展能力，人才、投资和青壮年劳力外溢现象严重，明显处于经济社会资源流失的时段。

海洋渔业是支柱产业，已形成捕捞、养殖、运输、加工、交易等配套的海洋渔业产业链。担杆镇政府就设在担杆岛，下辖担杆头村、庙湾村、外伶仃村。岛上居民以捕鱼卖往香港赚钱为生。20 世纪 80 年代前，岛上居民过着富足的生活。90 年代后，由于海洋污染加剧，鱼类资源逐渐减少，捕鱼维生显出前所未有的危机，很多年轻人都前往香洲就业，但由于文化程度不高，依然有部分年轻人返回海岛，主要从事刺网作业维生。农业仍然是传统的生产方式，虽然具有一定的规模，但其附加值并不高，依靠目前的农业水平难以带动岛域经济的腾飞。

岛上有港湾码头，有供水、供油等设施，并有公路通往各主要港湾，全长 11.5 km。

1.2 实际工程项目简介

1.2.1 大连欧力士大厦

该大厦位于大连市东港区 02-02 地块, 临近海边, 地上 A 栋塔楼和 B 栋塔楼地上 41 层, 使用功能为高档写字楼 (图 1-3)。总建筑面积约 25 万 m^2 。地下 4 层为整体式地下室, 使用功能为人防区域, 设备机房及车库。

建设单位: 欧力士 (中国) 投资有限公司;

地质勘查单位: 辽宁海上地质工程勘察院;

环境评价单位: 大连海事大学;

建筑设计单位: 中国建筑东北设计研究院有限公司;

施工总承包单位: 中国建筑第八工程局大连分公司。



图1-3 大连欧力士大厦 (中国建筑第八工程局)

1.2.2 青岛万达东方影都项目

本项目位于山东省青岛市黄岛区西海岸经济新区 (滨海大道南侧人工填海区), 场区地貌形态主要为滨海浅滩, 后经人工回填改造。该项目是世界唯一具有影视外景、影视制作、影视会展、影视旅游综合功能的项目, 设计为影视产业园、影视会展中心、汽车极限秀、万达茂娱乐商业、星级酒店群、游艇交易中心、国际医院、滨海酒吧街八个功能区, 涵盖

影视制作、文化旅游、会展服务、时尚消费等多种业态。其中 A-4-1 地块住宅项目总建筑面积 58 万 m^2 ，主要为住宅、商铺及地下车库；大剧院项目总建筑面积 2.4 万 m^2 ，主要为一个 1970 座的剧场及相应的配套服务空间（图 1-4）。



图1-4 青岛万达东方影都（中国建筑第八工程局）

建设单位：青岛万达东方影都投资有限公司；

设计单位：青岛市民用建筑设计院、青岛市公用建筑设计院、中广电广播电影电视设计研究院、中国中元国际工程有限公司等；

地质勘查单位：青岛市勘查设计研究院；

桩基防腐蚀咨询单位：东南大学江苏先进土木工程材料协同创新中心；

施工总承包单位：中国建筑第八工程局青岛分公司、中国建筑第八工程局二公司、中国建筑第八工程局一公司等。

1.2.3 厦门世茂海峡大厦

该大厦雄踞厦门岛南部，临近环岛路、鹭江道、演武大桥、成功大道等城市重要交通干线，咫尺相望台湾金门岛，海陆空三环立体交通网。项目集五星级酒店、顶级写字楼、SOHO 办公，购物、休闲、娱乐等高档餐饮于一体，建成后将成为福建省地标建筑（图 1-5）。

项目占地面积约 3 万 m^2 ，由 3 层地下室、6 层裙楼，两栋高达 300 m 的塔楼组成，总建筑面积 34.98 万 m^2 （地下 79 473.68 m^2 ），抗震设防烈度 7 度，塔楼采用桩筏基础，结构形式为“劲性梁柱框架 + 钢骨混凝土核

心筒”结构体系，裙楼和开闭所为钢筋混凝土框架结构体系。

本项目基坑深，距海近，基坑支护难度高，基坑进水风险大。为减小潮涨潮落对基坑的不良影响，在靠海一侧及左右两侧沿基坑外围布置一道拉伸钢板桩，隔断基坑。布置三道内撑并局部加强角撑，每道支撑拆除时将临海一侧角撑留至最后拆除。

建设单位：福建世茂新里程房地产开发有限公司；

地质勘查单位：厦门华岩勘测设计有限公司；

建筑设计单位：深圳奥意建筑工程设计有限公司；

施工总承包单位：中国建筑第八工程局总承包公司。

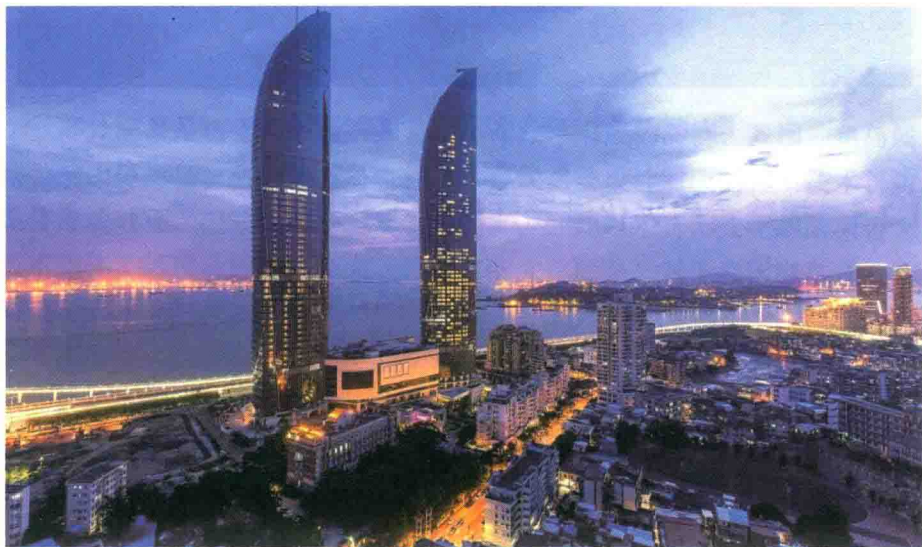


图1-5 厦门世茂海峡大厦（中国建筑第八工程局）

1.2.4 珠海海岛歌剧院

海岛歌剧院项目选址于珠海市香洲野狸岛北侧填海区，项目总投资估算为 10.8 亿元，总占地面积 5 万 m^2 ，总建筑面积 4.3 万 m^2 ，歌剧院设有固定座席 1 600 座，另配置 400 座多功能小剧场（图 1-6）。并附属配套展厅、西餐厅、咖啡厅、茶座等设施。北部填海区面积为 17 万 m^2 ，填海的三边分别长为 587 m、427 m 和 530 m。

建设单位：珠海城市建设集团有限公司；

环境评价单位：广东省环境保护技术学校；

结构健康监测单位：哈尔滨工业大学深圳研究生院；

施工总承包单位：中国建筑第八工程局广州分公司。

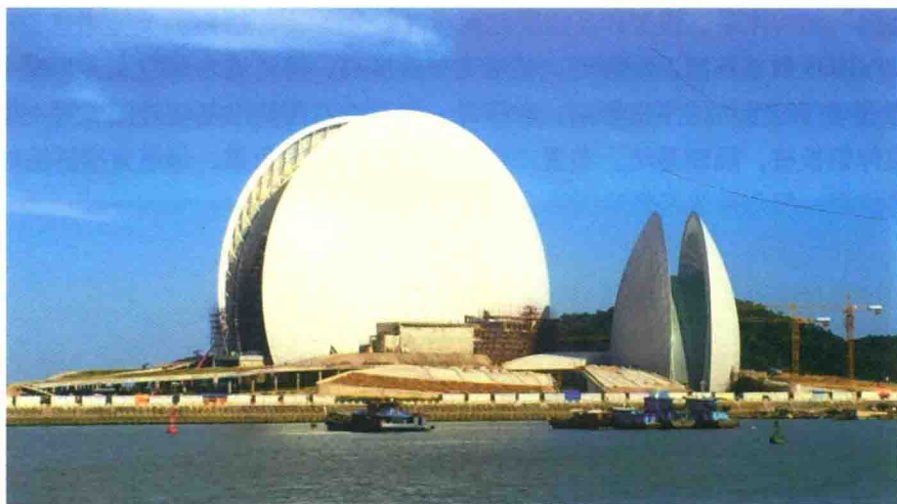


图1-6 建设中的海岛歌剧院（中国建筑第八工程局）

1.2.5 福建莆田兴化港涵江填海工程

该填海项目总占地面积 482.86 万 m^2 ，项目承包范围包括分隔围堤、泄洪渠吹（回）填砂等。包括江海路堤，锦岚大道，一期地块外侧临时护坡，泄洪通道隔堤，吹填隔埝，西南堤，I-3 区吹（回）填海砂、山皮土回填、填海砂等工程（图 1-7 和图 1-8）。

建设单位：莆田兴化湾开发有限公司；

环境评价单位：中国海洋大学、厦门大学；

总承包管理单位：中国建筑第八工程局有限公司土木公司。



图1-7 福建莆田填海项目水上铺排船（中国建筑第八工程局）



图1-8 福建莆田填海项目侧向水下爆炸挤淤（中国建筑第八工程局）

1.2.6 佛顶宫山体文化建筑

部分海岛是由于海平面上升将山体淹没才形成的岛群，我国钓鱼岛属典型的山体海岛。对山体海岛进行开发建设需要设计对应的施工技术、防山体滑坡处理、山坡生态环境复原等因素，在此以牛首山文化旅游项目为技术载体，该项目施工难度大、有丰富的文化底蕴，对于我国海岛开发具有重要参考价值。

该项目承载着修复牛首山生态、安奉好佛教圣物及彰显地区历史文化风采的责任使命。核心建筑佛顶宫位于牛首山顶西峰与东峰之间，地上3层，地下6层，建于废弃的山体之内，底部至周边山体的顶部高差约150m，坡度为 $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，局部直立后反倾，具有临近古建筑（50m），边坡高差大（150m）、地质条件复杂（强风化凝灰岩、破碎带及尾矿渣堆积体），削坡、加固、土建交叉作业，架体一次搭设高（搭设高度150m）等特点（图1-9）。

建设单位：南京牛首山文化旅游发展有限公司；

建筑设计单位：华东建筑设计研究总院；

施工总承包单位：中国建筑第八工程局总承包公司。



图1-9 佛顶宫山体文化建筑（中国建筑第八工程局）



第2章

海岛建筑工程地质勘察技术

2.1 海岛建筑工程地质勘察

建筑工程地质勘察目的是：了解拟建场区勘察深度范围内各地基岩、土层的空间分布发育规律及其工程地质特征，对陆域区涉及山体边坡开挖部分需查明岩体结构、产状、断层、节理、岸坡与边坡卸荷裂隙等的分布、发育、产状与组合状况；了解地下水及海水的腐蚀性、特殊性岩土及不良地质现象、场地地震效应等工程地质条件；提供各地基岩、土层的物理力学性质指标，并针对拟建工程的性质和要求，对拟建陆域形成区地基处理或开山的工程地质条件进行评价；针对拟采用桩基工程地质条件进行评价，推荐合理的桩基持力层和桩基设计参数；为拟建担杆岛旅游与一体的综合旅游项目工程可行性研究阶段的方案设计提供岩土工程地质依据和必要的岩土参数。

2.2 担杆岛地质勘察 GIS 技术应用

2.2.1 海岛规划基础数据库的建立

海岛规划是以地理空间数据及海岛发展现状作为其设计与管理的基础，是一个复杂的系统工程，既有基础地形图数据、规划控制性数据，也