

海域使用管理政策约束下的港口岸线适宜性评价

——以珠江口及大鹏半岛为例

陈蕾, 李锋, 林静柔, 高杨, 张晓浩

国家海洋局南海规划与环境研究院, 广州 510300/南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海), 珠海 519082

摘要 在分析相关研究、技术指南和港口建设影响因素的基础上,建立了直接判断法与多因子加权开发潜力-生态制约修正模型相结合的港口岸线建设适宜性综合评价方法,定性判断与定量分析相结合实现了港口岸线的适宜性评价。将该方法在珠江口及大鹏半岛区域进行了应用实践和分析。根据评价结果,适宜、较适宜、一般适宜建港岸线分别占该区域岸线长度的29.77%、18.98%和1.55%,不适宜建港岸线为49.70%。评价结果符合现实情况和用海管控政策要求,可为海洋国土空间规划进行港口功能分区提供支撑。

关键词 直接判断法;多因子加权开发潜力-生态制约修正模型;港口岸线;适宜性评价

港口建设是开发利用海洋空间资源的主要方式之一,港口建设通常以岸线为依托,综合考虑陆海支撑条件。因此,对于港口建设的适宜性评价也多以岸线为研究对象。早期的评价指标多考虑自然条件,以岸线的稳定性、岸前水深、岸前水域及陆域宽度为主^[1-4]。在此基础上,逐步将经济社会发展需求和规划政策纳入到评价指标体系^[5],认为港址要求具备合适的自然条件,同时也需结合国民经

济发展和沿海经济开发的需要^[6]。随着生态保护重要性的不断凸显,港口岸线适宜性评价开始综合考虑自然、经济和生态因素^[7]。港口岸线适宜性评价多依托地理信息系统(GIS)技术构建适宜性评价模型,应用较多的为单因子评价与多因子加权综合评价法^[1-2,5-7]、基于多维功能视角的综合评价法^[5-6]、开发潜力-生态限制评价模型^[8]、模糊聚类法^[9]、对照表法^[10]。评价因子适宜程度多采用因子赋分

收稿日期:2021-11-23;修回日期:2022-05-09

基金项目:南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海)创新团队项目(311021004);广东省自然资源厅项目(粤自然资合[2020]097号);广东省海洋经济发展(海洋六大产业)专项资金项目(粤自然资合[2020]068)

作者简介:陈蕾,正高级工程师,研究方向为海洋空间规划、海洋经济等,电子信箱:chenlei@scs.mnr.gov.cn

引用格式:陈蕾,李锋,林静柔,等. 海域使用管理政策约束下的港口岸线适宜性评价——以珠江口及大鹏半岛为例[J]. 科技导报, 2023, 41(4): 97-103; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.04.011

法^[2-3,6-10],权重多采用专家咨询和层次分析法^[5-7,10]。通常将适宜性分区分为3~4个等级^[3-6,9]。研究者建立了较为完善的评价指标和多种评价方法,对特定的区域,可以获得评价所需较全面的基础数据,取得较好效果。这些方法的理论和技术价值较高,但多需要获取大量的基础数据,总体较为理想化,在当前海洋基础数据不完善的情况下,难以在业务工作中快速、成熟地推广使用。海洋空间开发适宜性评价作为国土空间规划前期支撑工作,其评价范围大,现有调查数据覆盖不全面;工作时间紧,调查费用高,难以在短时间内完善评价所需的所有要素。因此,需要研究建立易于获取并具有代表性的评价指标和简单易行的评价方法。自然资源部发布的《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》将港口海洋开发利用归为城镇建设适宜性评价中,对于港口功能的开发利用从不适宜角度出发,将海洋资源条件差、生态风险高的区域,确定为不适宜区,但未给出条件差和风险高的具体评价标准。在《广东省资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指引(试行)》中,对港口建设适宜性评价重点考虑岸线底质类型、水深条件和沿海土地资源条件(坡度、地形起伏度等),该方法指标简单易于实现,但缺乏对社会经济发展需求和海域开发利用现状这2个重要条件的考虑。以下以珠江口及大鹏半岛区域为例,结合国家海域使用相关政策要求,分析影响制约港口建设的因素,采用易于获取的参数,探索适用于业务应用的港口岸线开发适宜性评价方法。

1 港口岸线适宜性分区综合评价方法

1.1 港口建设影响因素分析

港口建设需要考虑当前国家政策规划相关要求和经济社会发展需要,以及开发利用现状条件等,在此基础上,还需要有适宜的自然资源环境。

1.1.1 国家用海管理政策制约因素

中国以《海域使用管理法》《海岛保护法》等为基础,建立了海域和海岛使用管理的基本制度。随

着生态文明建设的推进,海洋生态红线制度成为海洋生态保护和海域使用管理的重要政策,国家相关文件中也对加强滨海湿地保护和严格管控围填海提出了明确要求。港口用海适宜性评价及规划用海必须充分分析研究这些制度和政策的相关要求。

1) 生态保护红线区的制约。《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》中明确生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域,是保障和维护国家生态安全的底线和生命线,要求将生态保护红线作为编制空间规划的基础,强化用途管制。生态保护红线划定后,相关规划要符合生态保护红线空间管控要求,空间规划编制要将生态保护红线作为重要基础,发挥生态保护红线对于国土空间开发的底线作用。生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理,因此,港口建设用海应避免生态保护红线区。

2) 海域使用排他性限制。《海域使用管理法》明确依法取得的海域使用权受法律保护,任何单位和个人不得侵犯。从《海域使用管理法》公布实施以来,超过3个月的排他性用海都必须进行海域使用论证,且需要重点论证项目用海的必要性和合理性。对于已取得港口建设海域使用权证的区域,说明港口建设对于该区域社会经济发展是必要的,所用岸线和海域在自然条件是适宜的。港口建设是排他性用海,不能同时存在其他开发利用活动。反之,评价区域已取得其他类型用海项目的海域使用权证,则认为不适宜港口建设。

3) 自然岸线保有的制约。《海岸线保护与利用管理办法》明确自然岸线包括砂质岸线、淤泥质岸线、基岩岸线、生物岸线等原生岸线,整治修复后具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线纳入自然岸线管控目标管理。优质沙滩、典型地质地貌景观、重要滨海湿地和红树林等所在的海岸线为严格保护岸线;严格限制建设项目占用自然岸线,不能满足自然岸线保有率管控目标和要求的建设项目用海不予批准。港口工程需依托一定长度的深水岸线进行建设,基岩岸线水深条件通常较淤泥质和砂质岸线好,但基岩岸线后方多为山体,缺乏平缓

陆域作支撑,在严控围填海的形势下,除国家重大战略项目外,已全面停止新增围填海项目审批,如果基岩岸线后方为山体而又无法获准填海则无法满足港口建设需求。综合国家对于自然岸线的保护要求,自然岸线绝大部分为严格保护岸线,用于港口建设的可能性较低。

4) 海岛保护限制。目前中国对岛礁实施的是严格管控政策,《海岛保护法》《无居民海岛保护和利用指导意见》严格限制填海连岛工程建设,保护海岛自然属性,防止海岛灭失。岸线附近如分布有小岛礁又不能依托岛礁进行开发,则会对港口建设和运营产生影响,清除岛礁则又与国家政策相悖。因此,附近有岛礁分布则成为影响港口建设的不利因素。

1.1.2 必要性因素

社会经济发展需求。《自然资源部办公厅关于开展省级海岸带综合保护与利用规划编制工作的通知》要求港口航运需要盘活存量,实施差异化发展,以港口吞吐量为标准,合理规划港口空间布局和资源供给规模,原则上港口规划岸线零增长。因此,港口建设的必要性是港口规划的前提。社会经济发展需求和港口吞吐量的增长是港口建设的必要条件,港口吞吐量与港口所在城市国内生产总值(GDP)之间存在正相关关系^[11],说明一个地区的GDP影响该区域的港口吞吐量,也决定了该区域港口建设的需求程度。对于经济高速发展、开发强度高的地区,交通运输网络已经不是构成岸线制约的关键因素,即使一些地区目前集疏运条件不是十分完备,但也可以建设完善^[12]。例如广州南沙港区,为配合南沙港区的发展,广州市修建了南沙港快速干线作为疏港主要通道,并配套建设了南沙港铁路,可以说是南沙港的建设,带动了周边交通运输的进一步完善。

1.1.3 自然资源支撑因素

港口是典型的陆海统筹型产业,需要综合考虑海域和陆域的建港支撑因素,如地形地貌、水深、水文、水质,岸线类型、岸线长度和稳定性,后方陆域条件以及气象条件等。其中,对港口建设起决定性且易获取的自然资源支撑因素为海域水深、岸线长

度和后方陆域纵深。

1) 岸线长度。岸线长度表征岸前水域宽度。岸线作为连接海域和陆域的重要纽带,是港口建设必不可少的依托,因此,是否具有一定长度的岸线,是评判一个区域建设港口适宜性的首要自然因素。岸线越长,可停靠大型船舶的吨位规模数量越大,反之则越小。

2) 岸前水深。港口建设需要一定的水深作为支撑,所需水深根据港口类型和规模而有差异。港口规划需要按照深水深用、浅水浅用的原则,合理利用岸线和海域资源^[12]。岸线邻近海域海水越深,越有利于建设深水型大型港口^[7]。如果近岸地区海底坡度平缓,无适当的天然水深可以利用时,可将码头向海侧推移^[12],也可以通过人工挖深而改变,即水深条件是可以人为调节的。

3) 后方陆域。港口陆域应满足码头生产、物流、商务和临港工业等用地需求,并应留有发展余地^[12]。岸线后方陆域平坦开阔程度决定了港口建设纵深开发空间的大小^[7],在严禁挖山的情况下,如果未纳入国家重大战略项目,还需后方有充足的较为平缓的陆域支撑。

综上,从自然资源适宜性出发,具有一定长度的岸线是建港必要条件;水深和后方陆域纵深可通过技术水段改进,但后方陆域纵深需在符合国家管控政策下才能改善。从可调节难易程度上,自然资源支撑因素重要性排序为:岸线长度 > 后方平缓陆域纵深 > 水深。

1.2 评价方法

采用直接判断法与评价模型定量分析相结合的综合评价法对岸段进行港口建设适宜性评价。首先根据国家用海管理政策,对评价岸段采用直接判断法明确是否为港口岸线适宜区;无法明确的则采用多因子加权开发潜力-生态制约修正模型进行定量分析评价。

1.2.1 直接判断法

将处于海洋生态保护红线区、非港口类用海确权项目区域直接判定为港口岸线不适宜区,将港口类确权用海项目区域直接判定为港口岸线适宜区。

从保护海岛角度分析,岛礁分布区域附近岸线

不宜进行港口建设。开敞式码头港池(船舶靠泊和回旋水域),以码头前沿线起垂直向外不少于2倍设计船长且包含船舶回旋水域的范围为界^[13]。在适宜性评价阶段,取满足建港的最低条件,假设是顺岸式码头且不考虑码头建设所需用海,采用1000 t级油船/渡船(设计船长为70 m)计算得建港所需海域纵深最小应为140 m^[12];界定用海项目界址时通常对一些设施考虑防护所需而外扩10 m^[13],本研究对岛礁设置10 m的防护缓冲区,在距大陆岸线150 m的海域范围内如果有岛礁分布则认为该岸段不适宜建港。

1.2.2 多因子加权开发潜力-生态制约修正模型

参考开发潜力-生态制约模型^[8],开发潜力因子考虑自然资源支撑因素,评价因子为岸线长度、岸前水深、后方陆域纵深。生态制约评价因子为岸线类型;通过开发潜力因子与生态制约因子的指标值之差得到可行性指标。在此基础上,将必要性指标作为不同地区适合建设港口的权重,建立多因子

加权开发潜力-生态制约修正模型,即

$$S = N \left(\sum_{i=1}^n W_{ip} X_{ip} - X_c \right)$$

式中, S 为评价岸段开发适宜性指数; N 为建设必要性,主要通过岸线所在地市的GDP判定必要性等级。 X_{ip} 为第*i*个开发潜力因子变量,其中岸线长度根据调查统计数据获得(自然资源部组织了新一轮的海岸线修测工作,该成果公布后可采用该数据进行评价);岸前水深采用评价岸段距10 m等深线的最短距离^[14],可根据电子海图读取;后方陆域纵深为坡度小于15°的较适合用作建设用地^[14]的陆域纵深^[12],可通过数字高程模型(DEM)计算相邻像元坡度; W_{ip} 为第*i*个开发潜力因子权重,根据前文对开发潜力因子重要性分析排序,采用层次分析法计算; $i=1,2,\dots,n$ 。 X_c 为生态制约因子变量,主要依据国家对不同类型岸线的保护要求和港口建设对岸线的影响程度^[14]分析赋值。

评价指标具体情况和数据来源如表1所示。

表1 多因子加权开发潜力-生态制约修正模型评价指标

评价指标	评价因子	因子等级划分	赋值	权重	数据来源
必要性	城市近3年的年均GDP/亿元	≥1万	9	—	各地市年度 工作报告、统计 数据
		[5000, 10000)	7		
		[1000, 5000)	5		
		<1000	1		
开发 潜力 因子	岸线距10 m等深线的最短距离 /km ^[14]	≤1.5	9	0.1634	电子海图
		(1.5, 3]	7		
		(3, 4.5]	5		
		(4.5, 6]	3		
		>6	1		
可行性	地形坡度 < 15° 陆域纵深 ^[12,14] /m	≥600	9	0.297	DEM数据
		[300, 600)	7		
		[100, 300)	5		
		<100	1		
	岸线长度 ^[7] /m	≥239	9	0.5396	海岸线调查 统计数据
		[221, 239)	7		
		[184, 221)	5		
生态 制约 因子	岸线类型 ^[14]	河口岸线和生态修复岸线	9	—	
		砂质岸线	7		
		淤泥质岸线	5		
		基岩岸线	3		
人工岸线	1				

注:因子赋值越大代表必要性/适宜性/限制性程度高。

2 珠江口及大鹏半岛港口岸线适宜性评价

2.1 评价指标和数据来源

珠江口是珠江的重要入海通道,周边分布着广州、深圳、珠海、东莞、中山等沿海城市。随着珠江三角洲地区经济迅猛发展和对外贸易的不断拓展,港口已成为经济发展的重要支撑,各地市均积极在此开发建设港口。本研究以珠江口及大鹏半岛为例,含广州、深圳、东莞、珠海、中山5个地市的大陆岸线,采用本方法对该区域港口岸线适宜性进行评价。采用数据包括截止到2020年的海域确权用海项目数据、2017年发布的广东省海洋生态保护红线、2018年海岸线调查统计数据、遥感影像提取的海岛数据等。

广州市和深圳市近3年(2018—2020年)的平均GDP均高于2万亿,东莞市位于5000亿~10000亿元区间,中山市和珠海市位于1000亿~5000亿元区间,则对广州、深圳、东莞、中山、珠海的港口建设必要性赋值为9、9、7、5、5。该区人工岸线占比相对较高,仅大鹏半岛沿岸和大鹏湾内分布有较为集中的自然岸线。此外,还有零散分布的河口岸线及生态恢复岸线。水深条件较好的岸段主要分布于大鹏湾、赤湾、狮子洋、洪奇沥水道以及黄茅海等海域,均为当前珠江口主要通航水域。大部分深水岸线的长度均超过184 m。珠江口沿岸地形均较为平坦,有利于港口腹地开拓;深圳大鹏半岛区域山体分布较为集中,沿岸土地坡度较大的区域不利于港口陆域部分建设。

2.2 适宜性评价结果分析

采用直接判断法评价结果如图1所示。珠江口作为重要河口,具有重要的生态价值,纳入海洋生态保护红线的区域较多,对海洋开发活动具有制约作用,因处于生态红线范围内而评价为港口岸线不适宜区的岸线长度为293.07 km,处于非港口类用海确权项目区域评价为不适宜区的岸线长度为91.09 km,因邻近海岛而评价为港口岸线不适宜区的岸线长度为9.18 km,其中部分岸段符合以上2种或者3种条件,剔除部分重叠岸段,评价为不适宜

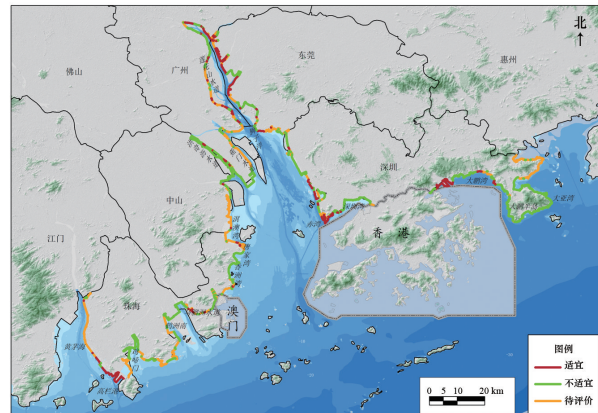


图1 珠江口及大鹏半岛港口岸线适宜性直接判断法评价结果

宜区的岸线长度共为368.80 km;评价为适宜区的岸线长度为104.87 km,为现状已确权为港口的岸段。通过直接判断法进行港口建设适宜性判断的岸线长度共473.67 km,研究区内还有338.69 km岸线为待评价区域,需采用多因子加权开发潜力-生态制约修正模型进行定量评价。

根据待评价区域多因子加权开发潜力-生态制约修正模型计算结果,岸段的适宜性评分值分布于-55.96~72.00,得分为负值的多为自然岸线,且岸线长度指标值较小,评价为不适宜岸段。总体上,珠江口沿岸区域地形地貌较平坦,且历史上港口航运业较发达,水深条件较好。因此,后方陆域纵深和水深对该区域的港口建设适宜性的影响较小。基于自然间断点分级法(Jenks)得到分级间断点为45.71、16.78、0,据此将岸段分别归入适宜区、较适宜区、一般适宜区和不适宜区。综合直接判断法评价结果,最终得到研究区域的港口建设适宜性评价结果如图2、表2所示。

根据评价结果,珠江口及大鹏半岛区域适宜、较适宜、一般适宜建港岸线分别占该区域岸线长度的29.77%、18.98%和1.55%,不适宜建港岸线为49.70%,目前已确权为港口岸线的长度占比约为12.91%。适宜建港岸线主要分布在大鹏湾、赤湾、狮子洋、蕉门水道以及珠海高栏港等海域,均是当前研究范围内水深条件较好、沿岸港口分布较为集中的区域。该区域目前已开发为港口岸线的长度

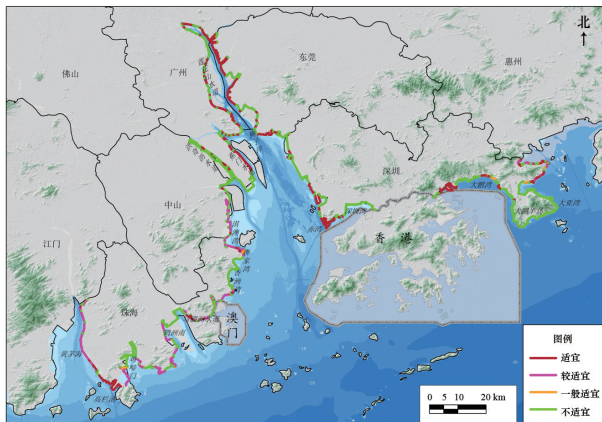


图2 珠江口及大鹏半岛港口岸线适宜性评价结果

表2 珠江口及大鹏半岛港口岸线开发适宜性评价结果统计

类别	适宜开发程度				已确权港口岸线
	适宜	较适宜	一般适宜	不适宜	
岸线长度/km	241.80	154.20	12.61	403.75	104.87
比例/%	29.77	18.98	1.55	49.70	12.91

为 104.87 km, 占适宜建港岸线的比例约为 43.37%。较适宜性岸线主要分布在黄茅海、马骝洲水道、淇澳湾等海域。一般适宜岸线零散分布于大鹏湾、大亚湾和鸡啼门等水域。不适宜岸线主要分布在大鹏半岛、莲花山水道、洪奇沥水道以及珠海唐家湾、香洲湾、鹤洲南、鸡啼门等水域, 多为海洋生态红线区域或者已确权为其他用海项目所在区域。

3 结论

港口建设是人类开发利用海洋资源的重要方式之一, 其建设适宜性分析应综合社会经济发展的需要、国家用海管控政策要求、自然资源条件等。在分析相关研究和技术指南的基础上, 从必要性、约束性 2 大方向考虑, 并综合国家管理管控的要求, 建立了直接判断法与多因子加权开发潜力-生态制约修正模型相结合综合评价方法, 定性判断与定量分析相结合实现了港口岸线的适宜性评价, 评

价结果符合现实情况和管理层的管控要求。可为海洋国土空间规划进行港口功能分区提供支撑, 也可以为其他用海类型进行适宜性评价提供参考。

将该方法在珠江口及大鹏半岛区域进行了应用实践和分析。根据评价结果, 在较适宜程度以上且尚未进行港口建设的大陆岸线在该区域占比为 35.84%, 表明该区域仍然具有较好的港口开发潜力。但该区域目前已经集中布局了广州港、深圳港、东莞港、珠海港和中山港, 其中 4 个港口为吞吐量破亿吨大港。因此, 在国土空间规划中, 应首先优化整合现有港口资源, 对于规划新建港口要在评价为较适宜区以上区域集中集约利用岸线, 提高岸线单位产出, 推动港口岸线高质量发展。

参考文献 (References)

- [1] 王传胜, 王开章. 长江中下游岸线资源的特征及其开发利用[J]. 地理学报, 2002, 57(6): 693-700.
- [2] 马荣华, 杨桂山, 陈雯, 等. 长江江苏段岸线资源评价因子的定量分析与综合评价[J]. 自然资源学报, 2004, 19(2): 176-182.
- [3] 曹卫东, 曹有挥, 吴威, 等. 长江巢湖段岸线资源评价与港口发展研究[J]. 人文地理, 2008(3): 64-68.
- [4] 朱红云, 杨桂山, 万荣荣, 等. 港口布局中的岸线资源评价与生态敏感性分析——以长江干流南京段为例[J]. 自然资源学报, 2005, 20(6): 851-857.
- [5] 许伟. 多功能视角下的上海市岸线资源适宜性评价研究[J]. 上海国土资源, 2016, 37(1): 14-18.
- [6] 梁湘波. 海洋功能分区方法及其应用研究[D]. 天津: 天津师范大学, 2005.
- [7] 范小杉, 何萍, 贾娇, 等. 基于生境保护的厦门湾海岸线开发建港生态承载力评价[J]. 环境工程技术学报, 2017, 7(3): 374-381.
- [8] 郭子坚, 苟刚, 唐国磊, 等. 沿海岸线开发潜力-生态限制评价模型研究[J]. 港工技术, 2015, 52(6): 6-9.
- [9] Yang D M, Wang C F, Zhang P L. An evaluation model of river port shoreline and its applications[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science & Engineering), 2003, 27(4): 577-580.
- [10] 王江涛, 刘百桥. 海洋功能区划符合性判别方法初探——以港口功能区为例[J]. 海洋通报, 2011, 30(5): 496-501.
- [11] 许峥嵘, 杜佩. 港口经济与临港区域经济关系的实证

- 研究[J]. 科技进步与对策, 2012, 29(23): 39-43.
- [12] 中交水运规划设计院有限公司, 中交第一航务工程勘察设计院有限公司. 海港总体设计规范(JTS 165—2013)[S]. 北京: 人民交通出版社, 2014: 4-6.
- [13] 国家海洋局. 海籍调查规范(HY/T 124—2009)[S]. 北京: 中国标准出版社.
- [14] 广东省自然资源厅. 广东省资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指引(试行)[EB/OL]. [2022-04-29]. <http://nr.gd.gov.cn/attachment/0/408/408632/3162101.pdf>.

Port shoreline suitability evaluation under the constraints of sea area use management policy: A case study of the Pearl River Estuary and Dapeng Peninsula

CHEN Lei, LI Feng, LIN Jingrou, GAO Yang, ZHANG Xiaohao

South China Sea Institute of Planning and Environmental Research, State Oceanic Administration, Guangzhou, 510300/Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Zhuhai), Zhuhai 519082, China

Abstract Port construction is one of the important ways to develop and utilize marine resources. The suitability analysis of port construction requires the comprehensive consideration of the social and economic development, the national sea use and control policies, the natural resource conditions and other factors. Based on the analysis of relevant researches, technical guidelines and influencing factors of port construction, this paper establishes a comprehensive evaluation method of port shoreline construction suitability for qualitative judgment and quantitative analysis, which combines the direct judgment method with a correction model restricted by multi-factor-weighted development potential and ecology. The method is applied in the Pearl River Estuary and Dapeng Peninsula. The evaluation results show that the suitable, relatively suitable and generally suitable coastlines account for 29.77%, 18.98% and 1.55% of the coastline length of the region respectively, while the unsuitable coastline is 49.70%. The evaluation results meet the actual situation and the requirements of sea use management and control policies, which can provide support for port function zoning in marine territorial planning. The evaluation method can also provide reference for the suitability evaluation of other types of sea use.

Keywords direct judgment method; multi-factor weighted development potential and ecological restriction correction model; port coastline; suitability evaluation ●



(责任编辑 王志敏)