



厦门港危险货物应急救援基地规划设计

农裕菲

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 应急救援基地作为应急救援管理体系中重要的空间载体, 是开展救援活动的基础。通过对国内外现有研究的梳理, 发现对于服务港口的应急救援基地的规划设计研究较少, 未有成熟的方法体系。依托项目案例实践, 通过梳理港口危险货物种类和风险特点, 明确港区应急救援的特殊性需求, 从宏观布局、用地选址、功能结构、建设内容等方面提出危险货物港区应急救援基地的规划设计方法。宏观布局要结合目标对象数量, 科学布局; 用地选址要进行上层次规划、地理环境和限制条件等多因素比选; 基地设计时要协调各功能区之间的相互关系, 提高使用效率; 确定建设内容时要基于港区货物和事故类型。研究成果可为编制专项规划、港区建设应急救援基地规划设计提供参考。

关键词: 应急救援基地; 危险货物; 规划选址; 空间布局; 开发运行模式

中图分类号: U651+.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)07-0105-09

Planning and design of dangerous goods emergency rescue base in Xiamen Port

NONG Yufei

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: As an important spatial carrier in the emergency rescue management system, the emergency rescue base is the foundation for carrying out rescue activities. Through a review of existing research both domestically and internationally, it has been found that there is a lack of research on the planning and design of emergency rescue bases for serving ports, and there is no mature methodology system in place. Based on the practical case of the project, by sorting out the types and risk characteristics of dangerous goods in ports, the special needs of emergency rescue in port areas are clarified, and planning and design methods for emergency rescue bases in dangerous goods port areas are proposed from the aspects of macro layout, land selection, functional structure, construction content, etc. The macro layout should be scientifically based on the number of target objects. The selection of land use site should be based on multiple factors such as higher-level planning, geographical environment, and limiting conditions. When designing the base, it is necessary to coordinate the interrelationships between various functional areas to improve usage efficiency. The determination of construction content should be based on the cargo and accident types in the port area. The research results can serve as a reference for the formulation of special plans and the planning and design of the construction of emergency rescue bases in the port area.

Keywords: emergency rescue base; dangerous goods; planning site-selection; spatial layout; development and operation mode

大型石油化工产业基地多临港临海, 伴随着石化产业的快速发展, 诸多港口和码头承接了危险货物的运输和装卸功能, 港区的应急保障要求

日益提高, 不少大型港口随之提出了结合危险货物港区建设应急救援基地的需求。由于当前港口规划中应急救援基地的选址、建设不是关注的重

收稿日期: 2024-10-18

作者简介: 农裕菲 (1991—), 女, 工程师, 从事城市规划工作。

点,城市片区规划和项目建设中又侧重考虑消防设施,服务于港口的危险货物应急救援基地的规划设计尚未形成成熟的方法体系。

国内外关于应急救援基地的研究主要聚焦在事故应急救援体系架构、应急救援基地选址模型、应急资源需求决策等方面,对于服务港口的应急救援基地的规划设计研究较少。陈川^[1]采用质化研究方法对应急救援从业人员、应急管理人员和建筑设计专家进行深度访谈和问卷调查,提炼和整理危险化学品应急救援基地区域选址的影响因素;张路安^[2]结合我国危化品应急管理现状,构建出局部最优和全局最优相结合的双层次选址模型;成旭光等^[3]以连云港徐圩石化产业基地为例,从队站建设、装备配备、指挥体系、人员培训及

未来规划等多个方面探讨了提升救援能力的方法。

1 危险货物港区应急救援的特点

与常规城市消防应急的通用性不同,危险货物港区应急需要根据危险货物的品类和特性制定针对性的救援和处置方案,同时还要考虑港区生产作业导致的特殊性风险。

1.1 危险货物类型

危险货物是指被列入国际海事组织制定的《国际海运危险货物规则》和国家标准 GB 6944—2025《危险货物分类和品名编号》,具有爆炸、易燃、毒害、感染、腐蚀、放射性等特性,容易造成人身伤亡、财产毁损或者对环境造成危害而需要特别防护的货物,见表 1^[4-5]。

表 1 危险货物分类
Tab. 1 Classification of dangerous goods

危险货物类别	危险货物项别
第 1 类:爆炸品	1.1 项:有整体爆炸危险的物质和物品
	1.2 项:有进射危险,但无整体爆炸危险的物质和物品
	1.3 项:有燃烧危险并有局部爆炸危险或局部进射危险,或这两种危险都有,但无整体爆炸危险的物质和物品
	1.4 项:不呈现重大危险的物质和物品
	1.5 项:有整体爆炸危险的非常不敏感物质
	1.6 项:无整体爆炸危险的极端不敏感物品
第 2 类:气体	2.1 项:易燃气体
	2.2 项:非易燃无毒气体
	2.3 项:毒性气体
第 3 类:易燃液体	-
第 4 类:易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质	4.1 项:易燃固体、自反应物质和固态退敏爆炸品
	4.2 项:易于自燃的物质
	4.3 项:遇水放出易燃气体的物质
第 5 类:氧化性物质和有机过氧化物	5.1 项:氧化性物质
	5.2 项:有机过氧化物
第 6 类:毒性物质和感染性物质	6.1 项:毒性物质
	6.2 项:感染性物质
第 7 类:放射性物质	-
第 8 类:腐蚀性物质	-
第 9 类:杂项危险物质和物品,包括危害环境物质	-

1.2 事故类型

危险货物港区存在的安全风险主要有泄漏、火灾、爆炸、中毒和化学灼伤等。

1) 危险货物火灾和爆炸事故。危险货物港区

运输和存储的货物包含易燃气体、易燃液体和易燃固体等,易燃气体如发生泄露,易与空气混合,形成爆炸性气体,在遇见高温、明火时将导致火灾、爆炸事故。

2) 危险货物中毒和窒息事故。危货港区在装卸储存过程中,许多危险货物具有一定的毒性,如若泄漏,人体吸入可造成中毒事故。

3) 危险货物灼伤事故。主要指腐蚀性危险化学品意外与人体接触,在短时间内即在人体被接触表面发生化学反应,造成明显破坏的事故^[6]。

4) 危险货物泄漏事故。主要指气体或液体危险货物发生一定规模的泄漏,虽然没有发展成为火灾、爆炸或中毒事故,但造成了严重的财产损失或环境污染等后果的港口危险货物事故。

通过统计世界范围内 1941—2020 年的危化品港区重大事故,并分别从事故类型、物质种类和事故原因等多方面进行分析,表明危险货物港区最常见的事故类型是爆炸,其次是火灾和泄漏,且这 3 种事故往往具有关联性,见图 1;分析显示原油是引发事故比例最高的危险源,其次是燃料油、一般油类、汽油及其他物质等,见图 2。

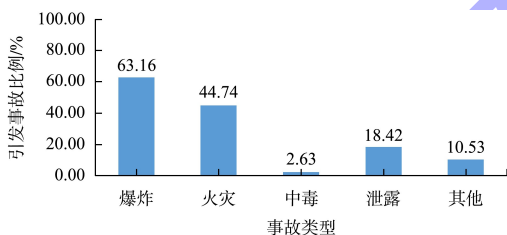


图 1 危险货物港区事故类型统计

Fig. 1 Statistics of accident types in dangerous goods port areas

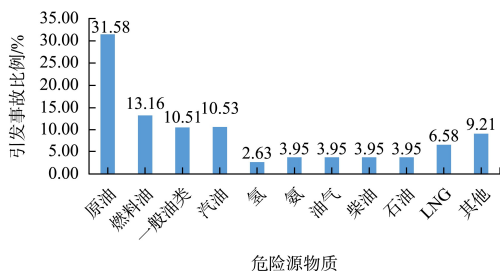


图 2 危险货物港区不同危险源引发的事故统计

Fig. 2 Statistics of accidents caused by different dangerous sources in dangerous goods port areas

1.3 风险特点

1) 临近水源、双重火灾危险性。危险货物港区与一般化工园区不同,具有建筑火灾和船舶火灾双重火灾风险。由于陆域、水域相互影响且危险货物分布密集,一旦港区内发生火灾、爆炸事故,极易造成火势蔓延速度加快、波及范围广的后果。

2) 作业环境复杂,流动性强。港口作业过程中环境相对复杂,受大风、暴雨、高低温等因素影响较大。此外,在危险货物港区内,由于涉港物流车辆多、流量大,极易引发重大安全事故,更具有易扩散、易污染、危害大、损失大、影响大等特点。

3) 危险源集中,易导致二次事故。港区作业涉及一系列操作,如装卸、储存、运输和包装危险品。危险货物多为未加工原料,具有爆炸、易燃、毒害、腐蚀、放射性等特点,种类各异,储存量大且集中分布在较小的空间内,通行不便,难以进行疏散和抢救。此外,若港区后方有油库,一旦爆炸往往会引发多点、大范围的起火,可能对港区的码头设施及靠泊船只造成影响,进而引发火灾及泄漏等事故。

2 危险货物港区应急救援基地规划重点和方法

2.1 规划重点及难点分析

1) 现状和需求分析。结合现状分析,判断应急救援体系是否完整,现有的应急处置(工艺)方案数据库是否建立;港口周边的应急资源、管理运营效率是否仍存在提升空间;是否有应急救援队伍建设和提升的需求。

2) 调研分析、整合现有存量资源。根据基地具体选址情况,可就近整合现有市政应急救援设施,将其纳入应急救援基地内,也可考虑在保留、利用周边现有设施的基础上,适度新建,用于补充功能的落地。

3) 确定建设目标和功能。明确应急救援基地的第一服务对象是危险货物港区,重点以保障危货港区生产作业安全为主,同时兼顾周边港区应急救援需求,提升应急能级。根据危险货物港区的主要货物类型,针对性地进行基本功能和辅助功能的选择,在此基础上,可拓展培训、展示等多元化服务。

4) 统筹全局进行规划设计。统一规划、合理布局,构建救援网络,形成涵盖基地所在港区的救援能力,逐步辐射各港区作业单位和周边地区。

2.2 规划设计步骤及方法

1) 结合目标对象数量,科学宏观布局。当规划应急救援基地的目标对象为单一危险货物港区时,其宏观空间选址具有唯一性。目标对象为多个危险货物港区时,首先建立第1层级选址模型,确保基地到最远需求点的服务距离满足救援时效要求;随后,在分析事故严重性和港区需求差异性的基础上建立第2层级选址模型,使需求更高的港区分配到更充足、更全面的应急资源。

2) 多因素比选,合理选址建设用地。影响选址的重点因素为上层次规划、地理环境和限制条件。上层次规划主要分析选址周边危化企业、危货码头分布情况和用地的土地性质及权属,目标对象越集中,建设应急救援基地的必要性越大;地理环境分析选址周边的交通条件和现有的消防设施建设情况,交通便利,利于消防车、船迅速出动;统筹现有消防设施,避免重复建设,节省投资;限制条件侧重于分析选址是否存在与相关规范相悖的不利情况。

3) 协调各功能区之间的相互关系,提高使用

效率。危险货物港区应急救援基地内应根据功能定位划分功能区,并通过合理的主次轴线划分和路网串联,形成疏密有致的空间布局。主要功能区可划分为行政办公教学区、应急演练实训区、生活后勤区、应急物资仓储区和检测维保区。应急演练实训区作为核心,通常布局于基地中心位置^[7];行政办公教学区与生活后勤区应邻近布置;应急物资仓储区和检测维保区布局在非核心区域,减少对其他功能区的干扰。

4) 结合港区货物和事故类型,确定建设内容。截至目前,对于应急救援基地建设,尚未有正式发布的国家和地方标准。设计时应结合危险货物类型,针对性配置应急设施:以爆炸品、易燃液体、易燃固体为主的危险货物港区,建设应急救援基地应以消防设施为重点;如涉及危险货物集装箱,应设置事故处置场地及应急处置池;如涉及油类,应配建溢油设备库并购置相应隔油、吸附、回收等应急设备。以易燃气体、有毒气体为主的危险货物港区,建设应急救援基地应以气防设施为重点。

3 厦门港应急救援基地规划设计研究

3.1 项目概况

厦门港位于福建省,是国家综合运输体系的重要枢纽、国际集装箱干线港和邮轮始发港^[8]。厦门港环两湾辖九区,其中厦门湾内含东渡、海沧、翔安、招银、后石、石码6个港区;东山湾内含古雷、东山、诏安3个港区。因拥有较为完善的港口危险货物作业软硬件条件,厦门港也成为了国内危险货物作业的主要港口之一,位于古雷港区后方的古雷石化基地在2014年被列入国家七大石化基地之一。

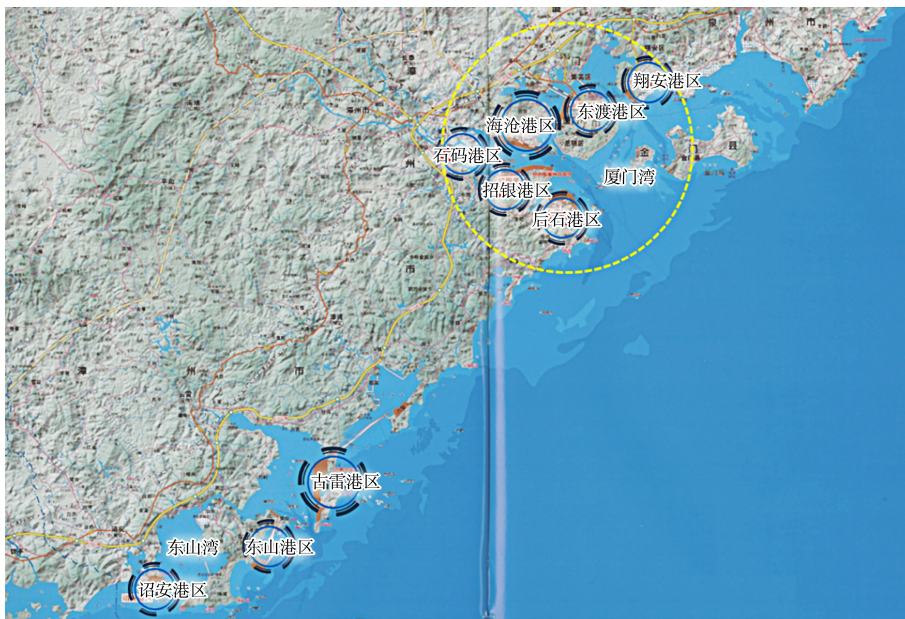


图3 厦门港各港区分布

Fig. 3 Distribution of each port area in Xiamen Port

3.2 应急救援需求分析

目前厦门港危险货物品类涵盖有毒有害化学品和易燃易爆危险品。港区及其后方石化企业呈大型化发展，事故也呈现大型化趋势。

厦门港危险货物主要通过东渡港区、海沧港区、古雷港区、后石港区和东山港区进行运输，其中东渡港区、海沧港区主要以危险货物集装箱和液体化工品运输为主，古雷港区以液化品和液体散货为主，后石港区以液化天然气 (liquefied natural gas, LNG) 接卸运输为主。古雷港区已建成运营多个液体化工品泊位，总通过能力达千万吨级，泊位数量与通过能力均大于其他港区。

3.3 应急救援设施现状及问题

1) 厦门港应急救援体系尚需完善。厦门港危化品企业众多，各企业配备的应急设施和装备仅能满足自身生产作业的基本需求，仍缺少应对爆炸等大型事故的救援力量和处置能力。

2) 古雷港区及后方开发区危险源密集，现有应急救援设施尚未实现全覆盖。

3) 安全防范层次较多，应对措施较为复杂。港口周边建有危化品生产、存储企业，危险点包

括公路、水路、管廊等多个层次，安全防范措施较为复杂。

4) 危险货物集装箱应急处置能力较为薄弱。缺乏专门针对集装箱包装危化品泄漏等事故的大型专业处置工艺和场所，危险货物集装箱应急处置能力较为薄弱。

3.4 规划思路和建设目标

位于东山湾的古雷港区危险源密集且危险货物运输及储量巨大，危险性等级高，建设应急救援基地应保证基本功能齐全，设施完备，在此基础上拓展多元服务。

厦门湾内的港区距市区较近，用地紧张，应急救援设施以整合和利用现有的救援资源为主。应重点防范火灾、爆炸事故，并突出应对危险货物集装箱在装卸作业、存储和运输过程中可能发生的泄露、火灾、爆炸等事故。

3.5 总体布局

结合厦门港危险货物港区的现状分布特征、运输货种和事故风险等级，采用双覆盖模型进行宏观空间布局选址的判断，最终形成“一核双点、协同发展”的空间形态，见图4。

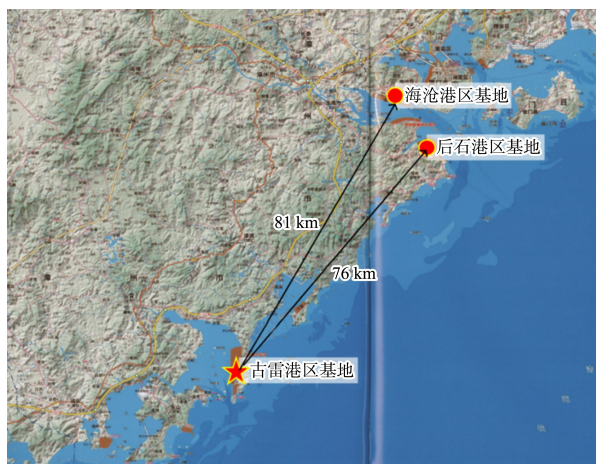


图 4 厦门港危险货物应急救援基地布点

Fig. 4 Location of dangerous goods emergency rescue base in Xiamen Port

1) 一核——古雷港区基地。规划以古雷港区基地为核心，近距离可覆盖诏安港区和东山港区，

远距离可增援厦门湾内的六大港区。起到对片区应急救援的保障全覆盖和核心带动作用。

2) 双点——海沧港区基地、后石港区基地。海沧港区基地现阶段依托现状海沧消防中心并适当补充应急设备，待危险货物作业区规模扩大后，建设一级陆域消防站，并在工作船小港池设置 A 级水上消防站。后石港区基地近期纳入海沧基地管理范围，远期根据后石港区发展情况，适时、按需设置应急救援后石港区基地。

3.6 用地选址

3.6.1 古雷港区基地

古雷港区基地初步选址 2 处，其中一处位于古雷港区古雷作业区内(选址 1)，一处位于古雷石化基地内(选址 2)，见图 5。

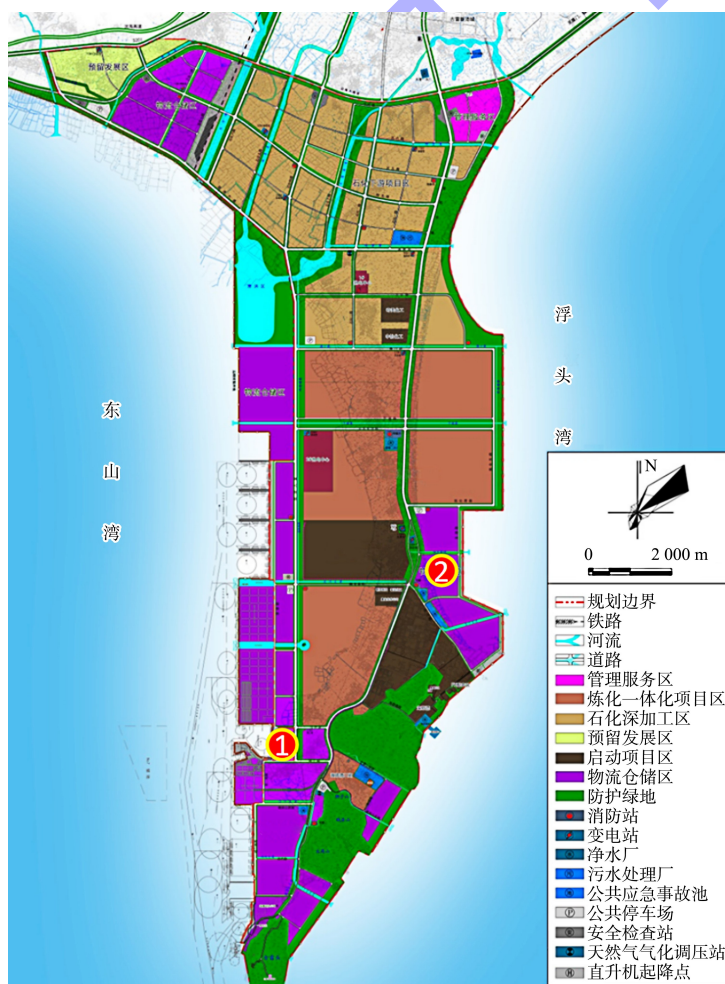


图 5 古雷港区应急救援基地选址

Fig. 5 Site selection of emergency rescue base in Gulei port area

选址 1 临近港区并处于港区上风向区域，规划用地属性与建设内容相匹配，周边交通便利，且与已建消防站临近，有利于依托现有设施。经综合分析，将选址 1 作为古雷港区基地的推荐选址。

3.6.2 海沧港区基地

海沧港区基地选址 2 处，其中一处位于支持

系统内（选址 1），另一处位于 11[#] ~ 12[#] 泊位（选址 2）见图 6。

2 个选址相临近，从地理条件和限制条件因素上对比并无太大差距。从上位规划条件上看，选址 1 用地属性与建设内容更加匹配。经综合比选，将选址 1 作为海沧港区基地推荐选址。

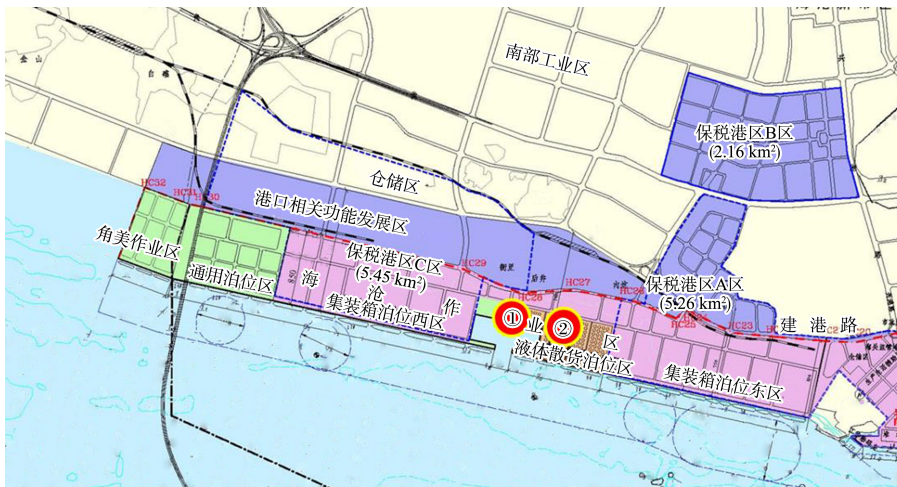


图 6 海沧港区应急救援基地选址

Fig. 6 Site selection of emergency rescue base in Haicang port area

3.6.3 后石港区基地

后石港区以利用港区配套消防设施为主，近期纳入海沧港区基地的管理范围，远期如新建气

防站，应结合 LNG 码头，利用港区西面的支持系统区进行选址，见图 7。

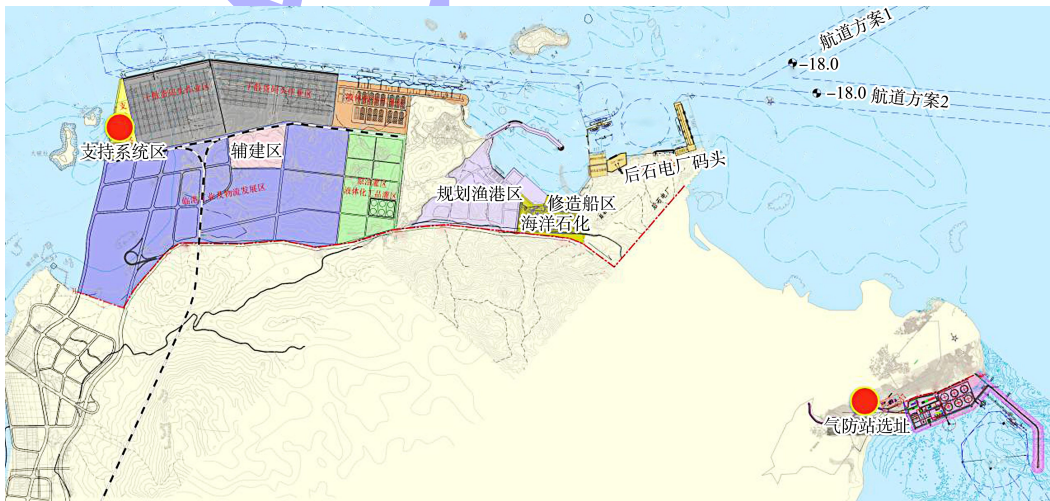


图 7 后石港区应急救援基地选址

Fig. 7 Site selection of emergency rescue base in Houshi port area

3.7 应急救援基地平面布置

按照动静分离、内外区隔、交通顺畅、高效利用的原则进行总平面布局。厦门港危险货物应

急救援基地古雷港区基地围绕实训场地展开布置。综合实训楼和实训场地是应急救援基地的核心功能区域，就近布局，设置直升机停机坪 1 处。利

用综合实训楼角厅布局教育培训和仿真体验功能,设置以大空间展示为主的场所。生活后勤区相对独立,布局在非核心区域,新建实训人员附属用房并配置停车场。基地统筹现有消防站,补充建设气防站、应急物资设备库。

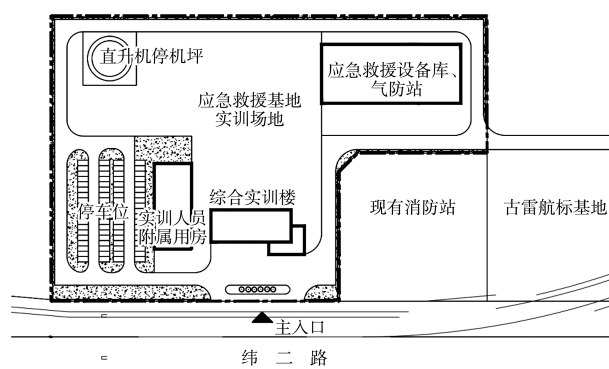


图8 危险货物应急救援基地平面布置

Fig.8 Layout plan of dangerous goods emergency rescue base

4 应急救援基地建设开发模式研究

4.1 行政化开发运行模式

该模式包含政府主导模式和政企合一管理模式2种类型,从规划建设到运营管理,全部由政府主导。基础设施建设和专业设备购买均由政府直接进行投资开发。

4.2 “政企合作”模式

该模式即“应急管理委员会+公司”模式,政府主导,市场化运作。由应急委员会或有关应急主管部门在吸引社会资本投入的同时,组建以国有资本为主的开发建设公司。行政管理由政府负责,开发建设公司进行有限自由经营。

4.3 “企办政助”模式

“企办政助”模式是市场化的管理模式^[9],由应急委员会或相关应急主管部门对项目建设方向和实施内容进行把控,委托相关开发单位负责项目建设的招标、施工管理等工作,而后成立管理公司对应急救援基地实行日常运行和管理。

4.4 企业化开发运行模式

在该模式下,开发商作为开发主体,进行规划、投资开发和基地管理,政府则主要行使审批权力。应急救援基地建成后的人员招聘、训练、

管理、运营、信息服务等均由专门的独立运营管理有限公司负责。

4.5 开发模式建议

危化救援基地的公益属性意味着不会有较多的经济价值产出^[10],基于上述4种模式分析,建议采用“政府注资参与+大型企业控股主导+社会消防力量加盟”的模式。由企业主导应急救援基地的开发建设与运行,建设方向和实施内容需经政府把关。控股企业负责应急救援基地的日常运行和管理,推行应急救援服务市场化运作模式。在此基础上,探索多样化的市场化服务,如利用应急物资储备功能探索“以仓代储”并代理销售;也可结合当前的体验经济发展趋势,融入VR体验等安全教育、展示功能,面向社会公众开放,用于提升公众安全素质和意识,营造社会安全文化氛围。

5 结语

1) 梳理形成了规划设计内容及步骤,即现状调研、事故风险分析、救援能力评估、基地总体布局、基地选址研究、基地功能及建设内容、平面布局设计、开发模式设计等。

2) 提出了危险货物港区应急救援基地规划布局策略和重点考虑因素:结合目标对象数量,科学宏观布局;多因素比选,合理选址建设用地;协调各功能区之间的相互关系,提高使用效率;结合港区货物和事故类型,确定建设内容。

3) 基于研究提出的规划设计步骤和方法,在厦门港应急救援基地规划设计中进行应用。

参考文献:

- [1] 陈川.危险化学品应急救援基地区域选址影响因素研究[D].成都:西华大学,2023.
CHEN C. Study on influencing factors of regional site selection of hazardous chemical emergency rescue base[D]. Chengdu: Xihua University, 2023.
- [2] 张路安.危化品应急救援基地选址研究[D].杭州:中国计量大学,2020.
ZHANG L A. Research on the location of hazardous

- chemicals emergency rescue base [D]. Hangzhou: China Jiliang University, 2020.
- [3] 成旭光, 薛挥. 徐圩石化基地产业园区应急救援专业力量建设浅析[J]. 今日消防, 2021, 6(9): 130-132.
- CHENG X G, XUE H. Brief analysis on the construction of professional emergency rescue capability in industrial park of Xuwei petrochemical base [J]. Fire protection today, 2021, 6(9): 130-132.
- [4] 洪明. 危险货物管理的法律法规在港口生产中的应用[J]. 港口经济, 2014(6): 53-55.
- HONG M. Application of laws and regulations on dangerous goods management in port production [J]. Port economy, 2014(6): 53-55.
- [5] 危险货物分类和品名编号: GB 6944—2025[S]. 北京: 中国标准出版社, 2025.
- Classification and code of dangerous goods: GB 6944-2025[S]. Beijing: Standards Press of China, 2025.
- [6] 《危险化学品事故统计指标体系研究》项目组. 危险化学品事故统计指标体系研究(摘登)[J]. 化工标准. 计量. 质量, 2004, 24(5): 31-35, 64.
- Research on statistical index system of hazardous chemical accidents Project Team. Research on statistical index system of hazardous chemical accidents (excerpt) [J]. Chemical industry standardization & quality supervision, 2004, 24(5): 31-35, 64.
- [7] 李邑喆. 城市消防应急救援实训基地规划设计策略研究[J]. 建筑与文化, 2021(7): 200-201.
- LI Y Z. Research on planning and design strategy of urban fire emergency rescue training base [J]. Architecture & culture, 2021(7): 200-201.
- [8] 福建省交通规划办公室. 厦门港总体规划(2035) [EB/OL]. (2019-10-25) [2024-08-30]. http://jtyst.fujian.gov.cn/fjtgghb/fzgh/201910/t20191025_5078428.html.
- Fujian Provincial Transportation Planning Office. Overall planning of Xiamen Port (2035) [EB/OL]. (2019-10-25) [2024-08-30]. http://jtyst.fujian.gov.cn/fjtgghb/fzgh/201910/t20191025_5078428.html.
- [9] 郑秀亮, 袁婉莹. 大亚湾: 打造危化品应急救援新模式[J]. 环境, 2015(2): 38-40.
- ZHENG X L, YUAN W Y. Daya bay: creating a new emergency rescue mode for hazardous chemicals [J]. Environment, 2015(2): 38-40.
- [10] 殷耀玺. 国家应急救援实训基地设计建设运维问题和发展方向探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(24): 98-100.
- YIN Y X. Discussion on operation and maintenance problems and development direction of national emergency rescue training base design and construction [J]. China petroleum and chemical standard and quality, 2020, 40(24): 98-100.
- (本文编辑 王传瑜)
- ~~~~~
- (上接第 57 页)
- [14] 童宵岭, 时连强, 夏小明, 等. 岬湾海滩沉积动力地貌研究[J]. 海洋地质前沿, 2011, 27(10): 14-21.
- TONG X L, SHI L Q, XIA X M, et al. Progress in sediment dynamic geomorphological study of headland-bay beaches [J]. Marine geology frontiers, 2011, 27(10): 14-21.
- [15] 雷刚, 蔡锋, 苏贤泽, 等. 中国砂质海滩区域差异分布的构造成因及其堆积地貌研究[J]. 应用海洋学学报, 2014, 33(1): 1-10.
- LEI G, CAI F, SU X Z, et al. Tectonic geneses of regional differential distribution and accumulated morphology of Chinese sandy beaches [J]. Journal of applied oceanography, 2014, 33(1): 1-10.
- [16] 黄卫明, 王维华, 章卫胜, 等. 连云港附近海域潮汐与潮流特征分析[J]. 浙江水利科技, 2012, 40(3): 1-5, 14.
- HUANG W M, WANG W H, ZHANG W S, et al. Analysis of characteristics of the tides and the tidal currents in adjacent waters of Lianyungang Port [J]. Zhejiang hydrotechnics, 2012, 40(3): 1-5, 14.
- [17] 窦国仁. 再论泥沙起动流速[J]. 泥沙研究, 1999(6): 1-9.
- DOU G R. Incipient motion of coarse and fine sediment [J]. Journal of sediment research, 1999(6): 1-9.
- (本文编辑 赵娟)