

AOMEN BANDAO
WUSHUI CHULICHANG
LINSHI PAIWU SHEZHI
FANGAN YANJIU



澳门半岛污水处理厂 临时排污设置方案研究

珠江水利科学研究院

水利部珠江河口海岸工程技术研究中心

郭瑜 刘学智 黄伟杰 李杰 著



黄河水利出版社

澳门半岛污水处理厂 临时排污设置方案研究

郭 瑜 刘学智 黄伟杰 李 杰 著

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书采用二维水动力数学模型及 MIKE21 水质模型,对澳门排污水厂附近水域进行了详细分析。主要内容包括:工程附近水域水环境容量分析、A 区附近二维水动力模型、临时排污口设置方案分析、排污方案比选及相应措施等。

本书适合于水环境水质模型研究、海洋污水排放容量研究的科研人员、大学教师以及相关专业的研究生阅读,同时也可供工程规划设计、生态科学等相关领域的专家学者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

澳门半岛污水处理厂临时排污设置方案研究 /
郭瑜等著. —郑州:黄河水利出版社,2014. 10
ISBN 978 - 7 - 5509 - 0948 - 9

I. ①澳… II. ①郭… III. ①污水处理厂 - 排污
- 研究 - 澳门 IV. ①X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 237049 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:10.5

字数:240 千字

版次:2014 年 10 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2014 年 10 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

前 言

为促进澳门的经济发展,舒缓土地承载压力,根据国函〔2009〕135号文《国务院关于澳门特别行政区新城区建设填海的批复》,澳门拟在澳门半岛东侧、港珠澳大桥珠海口岸人工岛西侧之间填海兴建澳门新城区A区(简称A区工程)。A区工程位于伶仃洋西岸、珠海拱北湾南侧、澳门友谊大马路东侧,为南北向延伸的带状区。澳门半岛污水处理厂现有的排污口位于澳门半岛以东的伶仃洋水域,日处理能力为14万t,其排污口的出口水质为国标污水综合排放Ⅱ标准。现有澳门半岛污水处理厂排污口设置在A区规划填海范围内,为此需要对污水处理厂的位置进行改移。根据目前的规划情况,澳门半岛污水处理厂排污出口及管道改线后,经泵站加压,集中排放。A区规划建设需要2~3年的时间,必须妥善处理好施工期污水处理厂排出的污水,铺设临时排污管道,设置临时加压泵站,并设置临时排污口,以免造成A区施工期污水处理厂污水对周边水环境的影响。为此,需开展临时排污设置论证,并进行临时排污方案的研究。

有鉴于此,本书采用现场调查与查勘、遥感分析、水环境数值模拟等多种研究手段,各种研究手段相互验证并互为补充,为澳门污水处理厂排污口改移临时设置方案的提出与优化提供技术支撑。全书共分9章。第1章,对课题背景、目的、内容和技术路线进行了阐述。第2章,对A区附近的海流现状及附近工程状况进行了介绍。第3章,对工程附近水域的水环境容量进行了详细分析。第4章,通过伶仃洋二维水动力数学模型,进行典型水文条件下潮流模拟,对A区工程前后其附近水域的潮流流势、流速特征进行分析,为临时排污方案设计提供一定的技术支撑。第5章,在进行水动力模拟、优选出各临时排污设置方案排污口具体位置的基础上,动用MIKE21水质模型模块建立伶仃洋二维水质数学模型,对各临时排污设置方案工程实施后,澳门附近水域水质变化情况进行模拟计算,优选出最佳临时排污设置方案。第6章,对各排污设置方案及相应排污口的不同组合进行分别比较,优选相应设置方案。第7章,污水处理厂排污口改移临时排污设置工程施工期及以后的营运期排污均有可能产生海域水质、生态环境污染,针对推荐方案,分施工期和营运期进行评价,并针对施工及运营中的主要污染源制订具体的缓解措施方案,进行环境保护。第8章和第9章,分别是设置方案的投资估算和总结建议。

本书第1、4、5章由郭瑜执笔,第2、6章由刘学智执笔,第3、7章由黄伟杰

执笔,第8、9章由李杰执笔,全书最后由郭瑜统稿和定稿。本书在撰写过程中,得到了珠江水利科学研究院王现方院长、徐峰俊总工、谢宇峰副院长、黄胜伟副院长、陈文龙副院长、陈荣力教授、程延镁教授、杨莉玲博士、李燎辉学士、刘悦轩学士、赖小清学士等的关心和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于新城A区规划尚未最终完成,相应的市政建筑、区域功能等可能还会有调整,待A区详细规划完成后,结合功能布局及市政建筑,将将进一步论证污水处理方案及污水厂位置,进行相关污水处理设施系统、环境保护及水土保持设计,并做好排污设施的绿化景观工作,以与周围环境相协调。鉴于伶仃洋水域水动力学的复杂性,本书研究只是阶段性成果,书中难免有不妥及错误之处,敬请读者批评指正。

作 者

2014年7月

目 录

前 言

第1章 概 述	(1)
1.1 项目背景	(1)
1.2 研究目的	(1)
1.3 研究内容	(1)
1.4 研究方法和技术路线	(2)
1.5 研究技术规范	(3)
1.6 基础资料	(5)
1.7 高程基面及坐标系统	(5)
第2章 基本情况	(6)
2.1 工程概况	(6)
2.2 河道基本情况	(11)
2.3 附近水利工程及其设施情况	(22)
第3章 工程附近水域水环境容量分析	(24)
3.1 水质评价标准	(24)
3.2 污染源调查分析	(24)
3.3 水质监测概况	(27)
3.4 工程附近水域水环境现状资料分析	(35)
3.5 工程附近水域污染水体运动遥感典型分析	(39)
3.6 工程附近水域水体功能区划分及水环境建设目标	(39)
3.7 小结	(45)
第4章 工程附近水域水动力特性分析	(46)
4.1 伶仃洋二维水动力数学模型	(46)
4.2 A区工程前附近水域潮流特征性分析	(58)
4.3 A区工程后附近水域潮流特征性分析	(63)
4.4 澳门附近水域潮流特性遥感影像分析	(68)
4.5 小结	(71)
第5章 临时排污设置设计方案比选研究	(72)
5.1 伶仃洋二维水质数学模型	(72)
5.2 临时排污方案水质变化分析	(76)
第6章 临时排污工程设计	(120)
6.1 建设内容	(120)
6.2 工程地质	(120)

6.3	水文	(122)
6.4	工程布置	(122)
6.5	工程设计	(128)
6.6	机电及金属结构	(137)
6.7	临时排污工程施工组织设计	(140)
第7章	工程方案环境影响评价及保护措施	(147)
7.1	总则	(147)
7.2	施工期环境影响评价	(148)
7.3	营运期水质环境影响评价	(149)
7.4	工程建设环境影响评价结论	(154)
7.5	环境影响保护措施	(154)
第8章	临时排污工程投资	(156)
8.1	工程概况	(156)
8.2	编制依据	(156)
8.3	其他说明	(156)
8.4	工程总估算	(156)
第9章	结论及建议	(158)
9.1	结论	(158)
9.2	建议	(158)
参考文献		(159)

第1章 概述

1.1 项目背景

为促进澳门的经济发展,舒缓土地承载压力,根据国函〔2009〕135号文《国务院关于澳门特别行政区新城区建设填海的批复》,澳门拟在澳门半岛东侧、港珠澳大桥珠澳口岸人工岛西侧之间填海兴建澳门新城区A区(简称A区工程)。A区工程位于伶仃洋西岸、珠海拱北湾南侧、澳门友谊大马路东侧,为南北向延伸的带状区。A区海域使用面积143.59 hm²,其中填海面积137.81 hm²,桥梁用海面积5.78 hm²。

澳门半岛污水处理厂现有的排污口位于澳门半岛以东的伶仃洋水域,日处理能力为14万t,其排污口的出口水质为国标污水综合排放Ⅱ级标准。现有澳门半岛污水处理厂排污口设置在A区规划填海范围内,为此需要对污水处理厂的位置进行改移。根据目前的规划情况,澳门半岛污水处理厂排污出口及管道改线后,经泵站加压,集中排放污水。A区规划建设需要2~3年的时间,必须妥善处理好施工期污水处理厂排出的污水,铺设临时排污管道,设置临时加压泵站,并设置临时排污口,以免造成A区施工期污水处理厂污水对周边水环境的影响。为此,需开展临时排污设置论证,并进行临时排污方案设计。

1.2 研究目的

采用水动力、水质数学模型,对不同临时排污设置方案进行对比研究,优选出能够保证排污口周边水域水质标准的临时排污设置方案,并对该临时方案进行工程设计。

1.3 研究内容

根据污水处理厂排污规模和排放情况,结合港珠澳大桥珠澳口岸人工岛和澳门A区的建设方案及澳门外港客运码头搬迁建设的初步方案,确定以下研究内容:

(1)澳门半岛东侧水域水动力条件和水环境现状实测资料分析,采用遥感卫星影像分析澳门半岛东侧水域涨落潮流态、余流方向等影响污染物对流扩散的动力条件;分析附近水域现有水质情况。

(2)建立覆盖澳门附近水域潮流数学模型和水质模型,采用实测资料对模型进行率定和验证;计算分析A区施工期间区域附近的水动力条件变化。

(3)根据珠澳口岸人工岛和澳门A区建设施工,结合相关规划工程布局,初步拟定临时排污口设置方案;模拟不同排污口设置方案对澳门半岛附近水域水质的影响,对方案进行比选,提出相对较优方案。

(4) 根据临时排污口位置,以及工程区域市政设施及规划,比选确定管线布置及相应的排污管线长度。

(5) 根据水力计算比选确定管径、管材及管壁厚度。

(6) 根据水力计算及工程区域地形、地质条件,计算是否需要布置加压泵站,若需要确定其位置。

(7) 根据水力计算及排污要求,确定泵站的规模,选择电机和水泵型号,以及其他相关辅助系统设计。

(8) 进行初步的施工组织设计及方案投资匡算。

1.4 研究方法和技术路线

本研究拟采用现场调查与查勘、遥感分析、水环境数值模拟等多种研究手段,各种研究手段相互验证并互为补充,为澳门污水处理厂排污口改移临时设置方案的提出与优化提供技术支撑。

1.4.1 现场查勘与污染调研

1.4.1.1 基本情况现场调查

结合澳门填海 A 区的相关规划及图件,对研究区域内的地形地貌、水系构成、排涝工程情况、周边地区规划及填海区水域潮流、泥沙、波浪情况进行现场调研。

1.4.1.2 污染源调查

对研究范围内的水系构成、主要污染源、污染负荷情况进行调研,分析影响澳门半岛污水处理厂附近水域的排污结构与特征。

1.4.2 水沙动力特征遥感影像分析

1.4.2.1 水域水动力分析

利用长序列卫星影像数据,对澳门半岛污水处理厂临时排污设置点周边水域在不同潮汐周期、不同动力和边界条件的遥感影像水流特征进行宏观分析,弄清建设方案附近水域在各阶段潮流、沿岸流动力特征;将遥感影像数据与常规水文资料结合,研究工程附近水域的径流、潮流、盐度等水文特征及各种动力相互作用状况,研究工程附近水域的水动力特性及其变化。

1.4.2.2 水域水环境分析

通过对遥感数据、实测资料的分析,研究该水域污水输移特征,如枯季大小潮、涨落潮等不同潮情、水情状况下的遥感表层污水输移状况,污水输移路径变化等;弄清拟建工程附近水域的污染物主要来源特点。

以此为基础,重点进行工程区域的水环境具体分析。

1.4.3 水动力、水环境数值模拟

澳门半岛污水处理厂附近海域水环境演变与人类活动(排污、人工构筑物)、潮流动

力等因素密切相关,需建立包括工程区域的伶仃洋二维动态水动力和水质模型。

1.4.3.1 模型的选择与要素选取

根据点源、面源调研结果对各种污染源进行模型概化后,采用 MIKE21 的 HD 模块、AD 模块、WQ 模块对工程区域工程前后的水动力、水环境进行数值模拟,其中,水动力模型主要用于研究工程附近水域水流涨、落潮时流速、流向特征和变化,水质模型则着重于研究工程后附近水域的污染物分布情况及建设方案对水环境的改善情况,水质模型模拟的要素包括潮位与潮流(或流速与水位)、盐度、COD、BOD₅、溶解氧、氨氮、总磷等。计算参数选择 BOD₅、COD、氨氮。

1.4.3.2 模型概化与边界的处理

水动力模型计算的边界条件:上边界取自三角洲东四口门及磨刀门出口控制水文站,即取自虎门大虎站、蕉门南沙站、洪奇沥门冯马庙站、横门口横门站及磨刀门灯笼山站;下边界取至外海 30 m 等深线;西边界至磨刀门三灶珠海飞机场;东边界至香港水域。水质模型在边界处除采用与水动力模型相同的条件外,还需在各边界处设置污染物的本底浓度,并考虑污染源形式。为了增加污染源概化的有效性,模型可实现排污口从河段上任何位置注入。

1.4.4 技术路线图

本研究中将历史实测资料与现场查勘、调研以及遥感影像资料相结合,对澳门半岛污水处理厂附近水动力、水环境现状进行初步分析,然后以数学模型和物理模型为主要研究手段,对现状及澳门半岛污水处理厂排污口改移临时排污设置工程后水动力、水环境变化作进一步的分析,并结合该片水域的水功能区划和环境建设目标,采用模型研究并结合实际情况、水域特性,对各方案的实施效果作了初步分析,为方案比选提供参考。具体研究技术路线如图 1-1 所示。

1.5 研究技术规范

- (1)《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTJ/T 233—98);
- (2)《水力计算手册》(第 2 版,武汉大学,李炜);
- (3)《海堤工程设计规范》(SL 435—2008);
- (4)《堤防工程管理设计规范》(SL 171—96);
- (5)《海港水文规范》(JTJ 213—98);
- (6)《混凝土结构设计规范》(GB 10—89);
- (7)水利部《河工模型试验规程》(SL 99—1995);
- (8)《海水水质标准》(GB 3097—97);
- (9)《泵站设计规范》(GB/T 50265—97);
- (10)《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008);
- (11)《水利水电工程施工组织设计规范》(SL 303—2004);
- (12)《水工建筑物抗震设计规范》(SL 203—97);

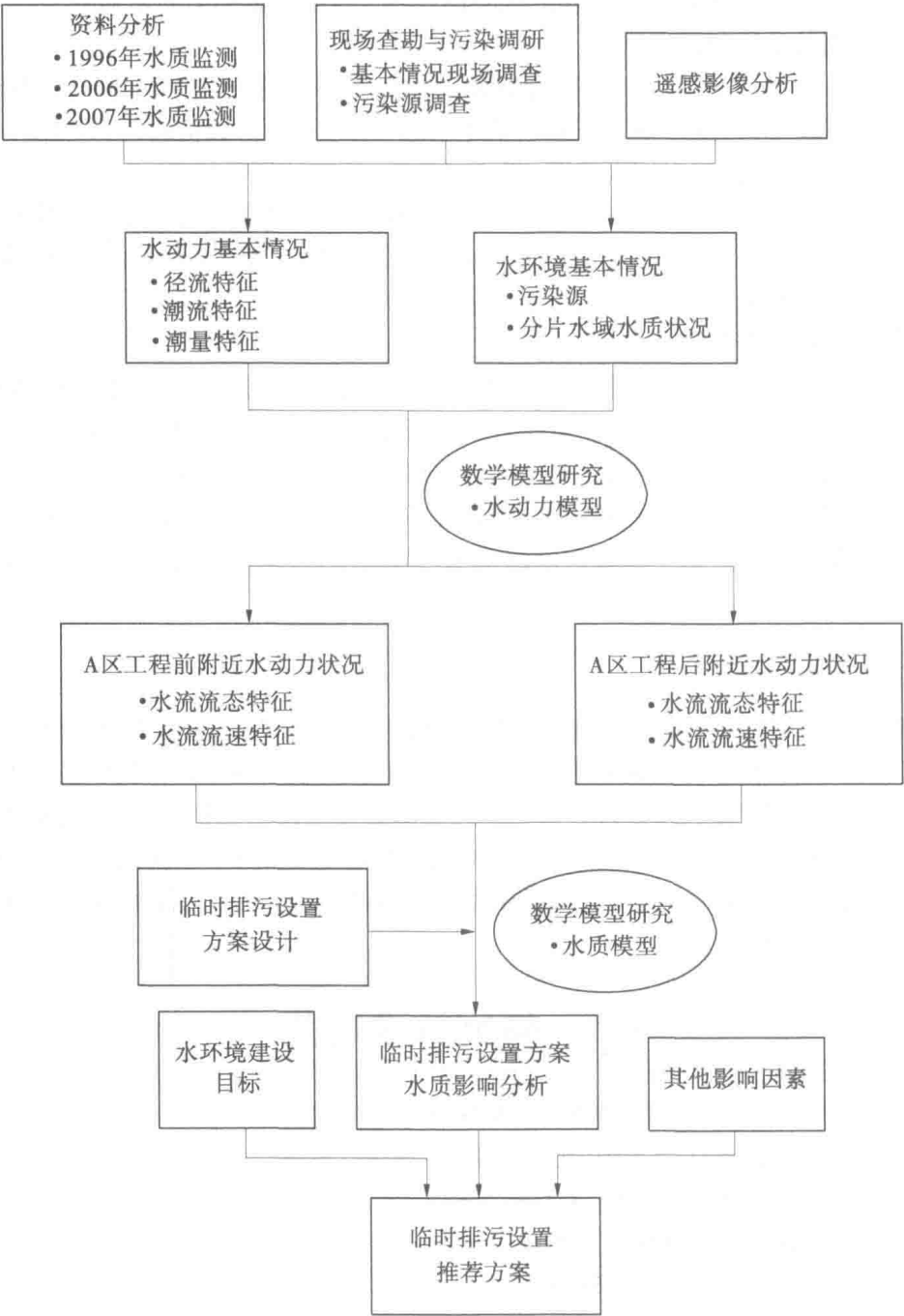


图 1-1 研究技术路线图

- (13)《水利水电工程设计防火规范》(SDJ 278—90)；
- (14)《供电系统设计规范》(GB 50052—95)；
- (15)《10 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—94)；
- (16)《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—94)；
- (17)《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》(GB/T 50062—2008)；

- (18)《海洋石油工程设计指南 第六篇 海底管道设计》(2007.10);
- (19)《水工钢结构设计》(武汉水利电力大学,范崇仁);
- (20)其他相关技术标准等。

1.6 基础资料

研究采用的主要基础资料如下:

- (1)地形资料。珠江口及三角洲河道 1999 ~ 2009 年实测河道地形资料、海图、航道图、横断面资料;澳门浅海区 2005 年 1:5 000 实测地形图。
- (2)水文资料。珠江口及珠江三角洲“2001.2”、“2007.8”实测水文资料。
- (3)水质调查资料。澳门附近水域 1995 ~ 1998 年间水环境监测资料;2006 ~ 2007 年枯水期、平水期水质监测资料。

1.7 高程基面及坐标系统

本书除特别说明外,高程均采用珠江基面(简称珠基),坐标系统采用北京 54 坐标系。珠江基面与其他基面转换关系如下:

珠基高程 = 澳门海图基准面高程(MSL) - 1.93 m

珠基高程 = 澳门平均海平面高程(MCD) - 0.13 m

珠基高程 = 85 高程 - 0.744 m

第 2 章 基本情况

2.1 工程概况

2.1.1 澳门半岛污水处理厂简介

澳门污水处理厂位于澳门半岛东北侧,该地俗称圆台仔,介于住宅区和工业区之间,便于收集污水。澳门污水处理厂由澳门政府焚化炉暨污水处理办公室统筹,于 1993 年 3 月 3 日动工,1995 年 9 月建成,耗资 3.28 亿元。其中污水处理部分的费用为 1.6 亿元,污泥处理部分的费用为 1.68 亿元。澳门污水处理厂位置示意图及鸟瞰图分别如图 2-1、图 2-2 所示。

澳门污水处理厂占地 $28\ 000\text{ m}^2$,采用简单实用的建筑设计,与四周环境自然融合。澳门污水处理厂还附设污泥处理厂,可处理氹仔、路环两座污水处理厂所产生的污泥。

澳门污水处理厂采用当今世界上最先进的污水处理法,整个处理程序都是在一个密封的环境中进行的,污水、臭气在密封环境中被吸收,不会溢出污染外界环境。

澳门污水处理厂目前采用二级生化处理。由澳门半岛各地汇集而来的污水先隔离去除体积较大的废物,然后流经设有散气装置的沉砂池,把内含的砂砾、油脂和残渣清除。之后,污水经过沉淀后进入第三道程序——生物化学处理,让活性污泥中的大量细菌充分分解污水中有机物质,再经多级沉淀后,污水已得到基本的处理,有害的物质绝大部分已经被清除,处理后的污水达到国标污水综合排放 II 级标准,通过铺设于海底的 600 m 长的输水管,流入海里。

污水各级处理中余下的沉聚物和各种沉渣,会进入污泥处理厂的圆形处理塔,污泥去水分化后送去焚化炉焚烧。对污泥中的金属、尘埃及产生的臭味,都会经过专门的设备加以净化。由于采用了新的隔音技术,处理污水时的噪声会控制在 67 dB 以下。污水处理过程中,对多项技术指标实行动态的监测。澳门污水处理厂的污泥处理部分,焚化处理及污水处理过程中产生的污泥和最后的灰烬运到堆填区填海。

澳门污水处理厂设计污水处理能力为每日 $144\ 000\text{ m}^3$,每秒可处理 1.667 m^3 ,分 3 条生产线,每条生产线每日可处理污水 $48\ 000\text{ m}^3$,可应付澳门半岛未来 20 年污水增长的需要。根据近年来澳门半岛污水处理厂进、出水量统计,澳门半岛污水处理厂实际污水处理量不断递增,2009 年进水量达 $153\ 340\text{ m}^3/\text{d}$ 。此外,由于污水处理厂设备老化,近年来经生物处理工艺的污水量有所减少。表 2-1 为近年来澳门半岛污水处理厂进、出水量统计表。

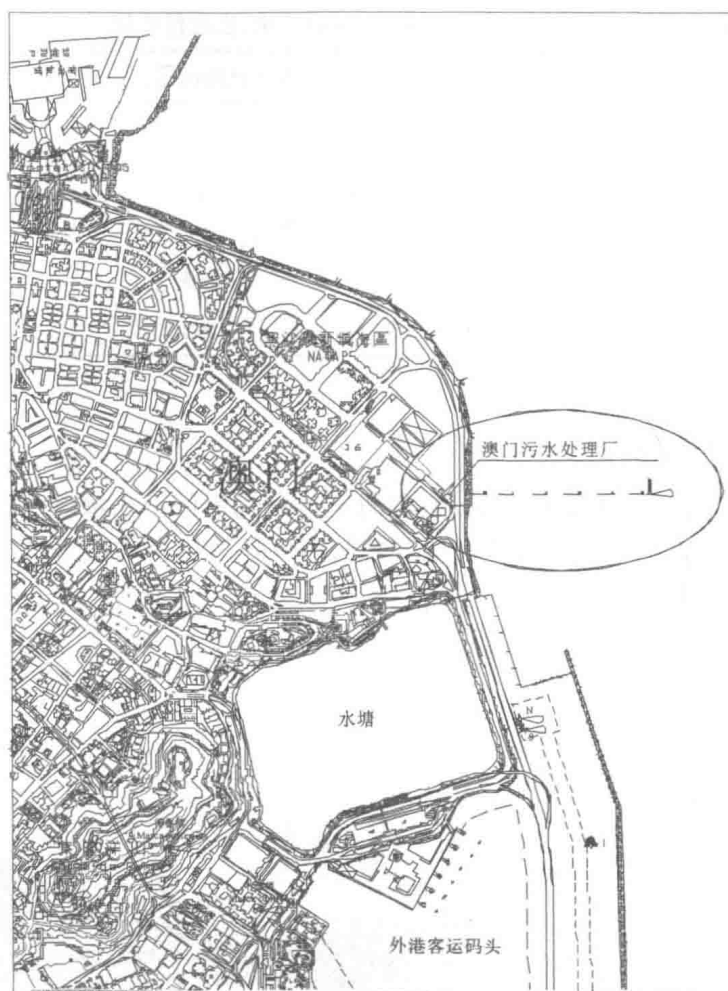


图 2-1 澳门污水处理厂位置示意图

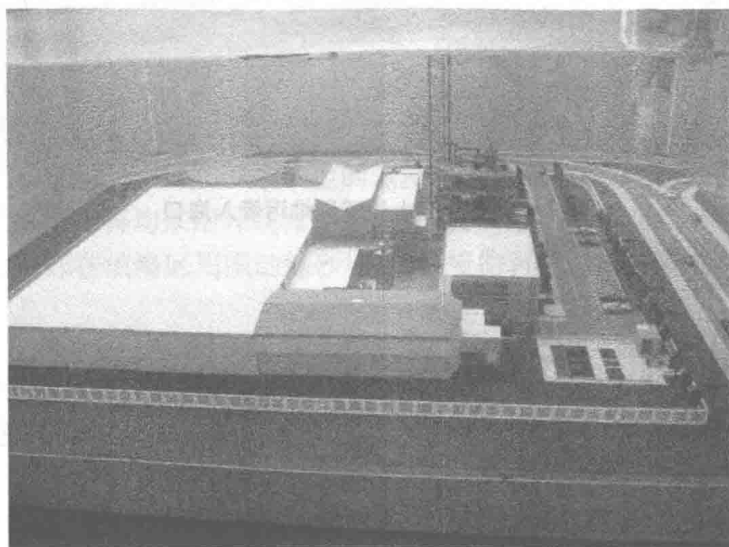


图 2-2 澳门污水处理厂全景图

表 2-1 澳门半岛污水处理厂进、出水量统计

(单位: m^3/d)

年份	进水量	基本处理污水量	生物处理污水量
2005	124 318		124 318
2006	122 167		122 167
2007	135 132		135 132
2008	138 292	52 245	86 047
2009	153 340	81 598	71 742

2.1.2 排污口现状

澳门污水处理厂经由海底排水口向澳门半岛东侧伶仃洋水域排水,排水管伸入伶仃洋海域约 600 m。在排污口末端,装有扩散器,加以扩散排出的污水,以有助于污水被海水稀释(见图 2-3、图 2-4)。



图 2-3 澳门污水处理厂排污管入海口

2.1.3 拟建 A 区概况

2.1.3.1 工程总体布置

根据 A 区工程总体布置, A 区近澳门半岛侧岸线总长约 2 323 m, A 区西侧堤脚与澳门半岛之间最小距离为 120 m, A 区东侧堤脚与珠海口岸人工岛堤顶外缘线的最小距离为 132 m。

A 区工程护岸结构参照珠海口岸人工岛护岸边坡剖面设计, 珠海口岸人工岛西南部采用 1:2 及 1:1.5 护岸边坡。

工程设计方案总平面布置如图 2-5 所示, A 区护岸结构型式见图 2-6。



图 2-4 澳门污水处理厂排污口

2.1.3.2 设计水位或控制高程

参照珠澳口岸人工岛设计,A区工程设计水位或控制高程如下:

100年一遇高潮位:珠基 2.726 m(85 高程 3.47 m)

50年一遇高潮位:珠基 2.516 m(85 高程 3.26 m)

设计高水位:珠基 0.906 m(85 高程 1.65 m),高潮累积频率 10%

设计低水位:珠基 -1.354 m(85 高程 -0.61 m),低潮累积频率 90%

50年一遇低潮位:珠基 -2.164 m(85 高程 -1.42 m)

设计风浪: $H_{1/100} = 3.8$ m(NE 向),4.0 m(E 向),3.8 m(SSE 向)

河床高程:珠基 -3 ~ -4 m

主要阻水结构为 A 区填海陆域及护岸工程。

根据 A 区地质情况,为确保新建海堤的稳定性,避免计划填海土地的过量沉降,首先对海堤堤基及周围进行清淤,以利于海堤抛石到达持力层。A 区填海区拟采用 5 艘斗容量为 8 m^3 抓斗船进行堤基开挖,开挖产生的疏浚泥采用泥驳船运载到九澳岛东南海洋倾倒区抛弃。A 区填海物料均采用外购海砂,海堤抛石围堰高于水面后,用 $1\,000 \text{ m}^3$ 的运砂船把外购的海砂抛卸在填海区周围的储砂坑内,绞吸船再把砂填到围堰区内。

