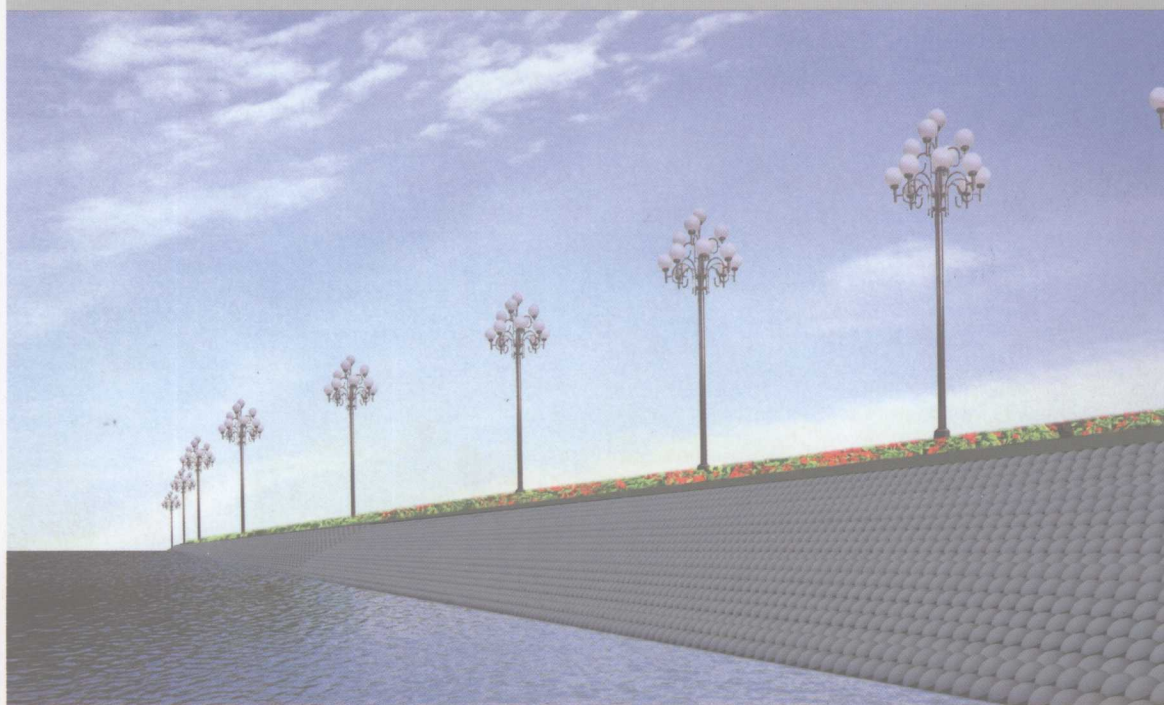


浅海水域筑路技术

李友林 郑捷 蓝青 著



人民交通出版社
China Communications Press

Qianhai Shuiyu Zhulu Jishu
浅海水域筑路技术

李友林 郑捷 蓝青 著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以河北黄骅港疏港公路为例,系统阐述了浅海公路路堤构造、RTK-GPS定线、路堤填筑、边坡防护、水泥混凝土联锁块路面、沥青混凝土路面、人工构造物防腐等技术,以及工程质量检测和验收及评价方法。

本书图文并茂,内容密切联系实际,经验可贵,可供从事浅海和沿海公路建设的领导和管理人员、设计与施工技术人、技术工人借鉴和参考。

图书在版编目(CIP)数据

浅海水域筑路技术/李友林等著.——北京:人民交通出版社,2009.3

ISBN 978-7-114-07618-3

I. 浅… II. 李… III. 浅海—水域—筑路 IV. U419

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第021152号

书 名: 浅海水域筑路技术

著 作 者: 李友林 郑捷 蓝青

责任编辑: 刘永芬

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 廊坊市长虹印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 12.75

字 数: 326千

版 次: 2009年3月第1版

印 次: 2009年3月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07618-3

定 价: 30.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

QIAN YAN

随着改革开放不断深化,河北黄骅港应运而生,为我国北部地区增添一个对外开放的新窗口。如今,渤海圈经济正在兴起,黄骅港作用已经崭露头角。

渤海沿岸系滦河、海河、黄河等河流形成的冲积平原,漫漫浅海延至深海,黄骅港处于大海深处。为了使港口码头与陆路交通联结成一体,于是经过几年的艰苦奋斗,一个百余公里疏港公路网,建设在沿海滩涂上,“鳧”在浅海水域上,黄骅港如虎添翼。

黄骅港疏港公路网,由北中南三条、东西两条等五条道路组成,到疏港路网全部建成时,港口码头与国道和地方公路相连,实现船运、陆运联为一体,港口货物出海四通八达,进口直达全国各地,到那时的黄骅港将成为渤海陆上与海上的重要交通枢纽。

疏港公路不同于一般公路,它除了像普通公路那样,发挥着公路应有功能外,而且还永久地浸泡在海水里,抵抗着各类盐渍腐蚀,时时刻刻还承受海浪、风浪冲击,其所处自然环境十分恶劣。

人们不难知悉,在平坦如镜、不毛之地的盐渍土上,在一望无际的盐池、鱼虾养殖池的滩涂里,在波浪滔天的浅海里,修建出百余公里的现代疏港公路,与陆地上公路建设相比,其难度可想而知。

黄骅港疏港公路,从2005年开始动工建设,目前已建成46km,其中有些路段已经运营2年,不仅经受住了车辆荷载作用,而且还经受住了大风大浪的严峻考验,疏港公路犹如海上“长城”,“我自巍然不动”。实践表明,在疏港公路建设中,我们所采取的技术措施是成功的,所建成的疏港公路质量是优良的,所取得的施工经验是宝贵的,可供同行们借鉴和参考。

众所周知,人类文明社会之所以发展到今天,科学技术发展今天之所以已取得如此巨大进步,应当说是几千年人类知识铢积寸累的结果。人类社会在不断前进,人们的经验在不断总结,人们的知识在不断积累和创新。在疏港公路建设中,笔者同其他建设者一起,筚路蓝缕、探骊寻珠,不断总结经验,经过数年努力,终究积微成册,编写成了本书。其目的,一是与同行们切磋施工技术,二是拟为疏港筑路积累经验,使之经验薪尽火传,为进一步发展和提高浅海筑路水平,为我国建设事业贡献自己的微薄之力,这也是疏港公路建设者义不容辞的义务。

有鉴于此,本书所述内容,正是在总结河北黄骅港疏港公路工程实践经验的基础上,吸取前人和沿海地带其他同行们的成功经验,采纳了一些专家和学者有关浅海公路技术研究成果,经过归纳、分析,去粗取精,系统整理,编撰而成。

书中介绍了黄骅港现实和未来发展宏图,阐述了盐渍环境对公路的不良影响、过湿土和盐渍土改良技术、浅海水域RTK-GPS测量定线和施工技术,论述了在风浪里路堤修筑和防护技术、桥梁和构造物耐久性技术,以及工程施工质量检测事项。

全书由沧州市交通局李友林高级工程师负责全书策划、统稿，并编写了第二章 浅海水域公路建设技术、第六章 浅海路堤防护、第九章 疏港公路路堤位移观测。

沧州市交通局高级工程师郑捷参与全书策划并编著了第一章 概述、第三章 盐渍土改良及路堤填筑、第四章 过湿土地段路堤施工。

沧州市交通局高级工程师、硕士研究生蓝青参与全书策划，并编写第五章浅海路堤填筑施工、第七章疏港公路路面工程、第八章浅海路堤施工实例

本书在编写中，采取文图并茂方式，力求密切以本港实际工程为例，便于实际应用，举一反三，努力让读者阅读后，如果从书中信手拈来所需资料，获得最佳效果，笔者则心满意足。在本书编写过程中，曾得到沧州路桥公司的领导和施工建设及监理单位大力支持，在此一并表示衷心感谢，并致以崇高的敬意。

黄骅港疏港公路建设经验丰富，资料众多，鉴于笔者水平所限，绌短汲深，加之分析、归纳经验不足，书中所述内容，难免挂一漏万，或有不妥之处，诚恳欢迎广大读者纠偏补正，使之日臻完善。

目前，黄骅港疏港公路网，已建成南疏港公路，中和东疏港公路正在建设中，总之，疏港公路建设正处于高潮中。我国几万公里浅海水域还有待于开发，因此说，今后浅海水域公路建设，任重而道远，愿本书所述经验，能有的放矢，对今后疏港公路施工有所借鉴和参考，祝愿疏港公路建设事业骎骎日上。

作 者

2009年1月

目 录

MU LU

第一章 概述	1
第一节 疏港公路作用	1
第二节 浅海区域气象和水文地质	4
第二章 浅海水域公路建设技术	10
第一节 浅海水域公路	10
第二节 浅海区路堤填筑材料、标准和技术要求	17
第三章 盐渍土改良及路堤填筑	28
第一节 盐渍土及其类型	28
第二节 盐渍土基本性质与移动规律	30
第三节 盐渍土改性与路堤施工	37
第四节 盐渍土路基设计	42
第五节 盐渍土地段路堤施工	48
第六节 石灰、粉煤灰稳定盐渍土路堤	53
第七节 盐渍土地段路堤病害与防治	54
第四章 过湿土地段路堤施工	58
第一节 过湿土地段路堤一般技术要求	58
第二节 过湿土地段路堤施工	62
第三节 生石灰改良过湿土工程实践	67
第五章 浅海路堤填筑施工	71
第一节 浅海路堤设计技术要求	71
第二节 浅海路线放样和路位控制技术	76
第三节 浅海路堤堤底砂垫层抛填	85
第四节 铺设土工布	88
第五节 迎浪堤坝碎石垫层抛填	95
第六节 迎浪堤坝垫层石和堤身石抛填	97
第七节 棱体块石施工	100
第八节 二片石、混合倒滤层施工	102
第九节 抛填技术创新	104
第十节 浅海水域筑路安全措施	105
第六章 浅海路堤防护	107
第一节 栅栏板边坡防护设施	107
第二节 浅海区土工膜袋混凝土护坡	122
第三节 浆砌石防浪墙施工	130

第四节	浅海水域桥梁结构耐久性·····	147
第七章	疏港公路路面工程·····	154
第一节	路面工程盐害预防·····	154
第二节	石灰、粉煤灰路面底基层·····	156
第三节	路面基层和面层预防盐害措施·····	163
第四节	水泥混凝土锁块路面施工·····	168
第八章	浅海路堤施工实例·····	175
第一节	浅海路堤抛填实例·····	175
第二节	浅海路堤抛石质量控制实例·····	178
第九章	疏港公路路堤位移观测·····	183
第一节	施工和工后路堤沉降观测方法·····	183
第二节	路堤位移观测·····	186
第三节	疏港公路施工质量检测项目·····	191
参考文献	·····	198

第一章

概述

河北沧州黄骅疏港公路，经过沿海滩涂，穿越浅海永浸区，直达黄骅港码头。与其他公路相比，虽然里程不长，但是，它所经过的地域和所处的环境极其复杂，一般公路几乎是遇不到的。它经过盐渍土和软弱地带，经过泥沼、盐池、鱼塘，穿过浅海，时常遭受到海浪的冲击，再加上特殊的气候环境，其筑路特殊性和难度是显而易见的（图 1-1）。



图 1-1 经受海浪冲击的黄骅疏港公路

黄骅是我国北方一个新型港口。它的建成不仅为我国北方打开一个新窗口，而且对渤海经济圈发展和振兴周边经济，都发挥着重要作用。

第一节 疏港公路作用

从地理上，人们不难看出，渤海北是滦河、中是海河、南是黄河入海口，不言而喻，沿岸地势平坦，属于淤泥浅滩地质地貌，黄骅港位于渤海深海海域，为连接港口码头和陆路交通，毋庸置疑，疏港公路是港口与黄骅市的交通的咽喉。没有这条疏港公路，北方这个新窗口难以打开。因此，黄骅疏港公路建设意义非凡。

一、黄骅港

黄骅港位于沧州漳卫新河与宣惠河交汇入海处,北纬 $38^{\circ}15'0''$ 、东经 $117^{\circ}47'0''$,北距天津港 60n mile (海里),南距山东龙口港 149n mile。在陆上与沧州、衡水、保定、石家庄、邢台、邯郸,分别相距 85km、226km、230km、323km、400km,是冀中南及晋中、陕北、内蒙西、鲁西北等部分地区物资出海、走向世界的便捷出口。

1. 黄骅港规模及吞吐能力

到 2004 年底,黄骅港已建成 4 个可停靠 3.5 万吨级船舶的深水泊位 (其中一个预留 5 万吨级),采用先进、高效的机械设备,进行煤炭卸车、堆取和装船作业,年装船能力为 3000 万吨,二期工程完成后可达 6000 万吨,远期达 1 亿吨。

黄骅港在煤码头建设的同时,还利用处于“两环”经济开发的前沿,且拥有冀中南、鲁西北、陕北和内蒙西部等广阔经济腹地的有利条件,建设杂货码头,一期起步建设 6 个泊位,其中 2 万吨级多功能泊位两个,1.5 万吨级散货泊位两个,设计年吞吐能力为 360 万吨,加上现有的吞吐能力,到 2004 年已达 500 万吨,和大港港口同步投入运营。杂货港区远期再建 70 至 100 万吨级泊位,年吞吐能力达 5000 万吨左右。

黄骅港地理位置优越,根据腹地经济未来发展和路港发展趋势,以及同周边港口的关系,该港口在保持其能源港地位的同时,将逐步发展成为以煤炭为主的多功能综合性港口。与港口配套的 360 万 kW 黄骅电厂,一期工程规模为 120 万 kW,计划与大港同步投入运行,二期将再上两台 60 万 kW 的发电机组。

黄骅港现有 2 个 3.5 万吨级泊位的杂货码头,可停靠 3~4 万吨级货船,4 个 5 万吨级、2 个 3.5 万吨级、1 个 1 万吨级和 1 个 10 万吨级泊位的煤码头,原煤输出达亿吨。集装箱多功能码头正在建设,有 4 万 m^3 储罐区,年吞吐量 500 万吨的液体化学品码头 (原油码头),有管道将港口与开发区相连。

综上所述,黄骅港已经成为冀、晋、豫、鲁、陕、蒙等地新的便捷出海通道。黄骅港的建设目标是成为以煤炭、化工产品运输为特色,具有集装箱、散杂货、客运、物流服务性功能的现代化综合性深水大港。

2. 黄骅港区分布及泊位

黄骅港的码头长度,确定为 10 万吨级散货泊位 311m,5 万吨级石油泊位 295m,3 万吨级多用途泊位 283m;码头前沿高程 +6.0m;码头前沿设计水深 10 万吨级泊位拟定为 -14.7m,5 万吨级泊位拟定为 -12.0m,考虑到一期工程港池底高程为 -12.0m,3 万吨级泊位亦拟定为 -12.0m。10 万吨级散货泊位陆域布置分为码头前沿作业区、后方堆场区和管理办公区,陆域总面积为 13.5 万 m^2 ;5 万吨级石油泊位陆域布置,分为码头前沿作业区和管理办公区两个区域,陆域总面积为 3.9 万 m^2 ;3 万吨级多用途泊位陆域布置,分为码头前沿作业区、后方堆场区和管理办公区,陆域总面积为 12.3 万 m^2 。当今拟建泊位均为专业化码头,在装卸工艺设计中,三个泊位分别布置。10 万吨级散货泊位工艺配置为:卸船机一台,取料机一台,堆料机两台,及其皮带系统和洒水除尘系统。5 万吨级石油泊位配置输油管道两套,输油臂三台,储油罐区一座。

3. 黄骅港开发区

开发区城市总体规划面积 73.62 km^2 。规划有城市中心区、仓储区、神华万亩工业园

区、旅游休闲园区等。其中城市中心区市政基础设施基本完善,已有行政、教育、金融、通信、商贸、宾馆等数十家单位进入;神华万亩工业园 2003 年开始建设,先期投入 15 亿元进行基础设施配套,重点摆放大型基础工业项目;仓储区开发正在积极进行,随着杂货码头的投入使用,该园区建设将快速发展。

4. 经济腹地

黄骅港直接经济腹地涉及河北省中南部沧州等 6 市 101 个县(市、区),这些地区工农业比重占全省的 63%,河北省在全国有影响的产品,如钢铁、水泥、原盐、轻重化工产品主要集中在这一地区。为服务这一地区经济发展,黄骅港建设了 2 个万吨级杂货码头。黄骅港还与沧化集团合作,建 2.5 万吨级液体化学工业码头,以带动化工原料进口和产品出口。到 2010 年,黄骅港每年可吸引除煤炭以外的焦炭、石油、建材、化肥、盐、粮食等杂货 1000 万吨。

5. 港口效应

黄骅港不仅促进了经济发展,而且带动周边经济发展,其效应越来越显著。下面通过一组招商引资资料来说明这一点。

1) 2006 年港口吞吐量突破 8000 万吨,中钢、中铁等大项目落户,化工园区开工项目 24 个,完成投资 45.8 亿元。

2) 中钢集团和宝钢集团,确定从合资建设经营 8 万吨的镍铁项目起步,适时向 32 万吨镍铁项目拓展。其中 8 万吨镍铁项目投资约 18 亿元,预计 2009 年 6 月投产。

3) 渤海新区入区大项目 55 个,总投资 1014.3 亿元。其中,重点在建项目 13 个,总投资 518.2 亿元;计划开工项目 10 个,总投资 493.1 亿元。渤海新区正朝着生产 3000 万吨装备新材料、1000 万吨炼油、1000 万千瓦电力、100 万吨 PVC、100 万吨醇氨、100 万吨醋酸系列产品的目标迈进。

4) 渤海新区规划建设了“两电”(投资 370 亿元的国华沧东电厂、投资 30 亿元的华润热电)、“三园”(投资 180 亿元的装备材料工业园、投资 200 亿元的中钢滨海工业园、投资 150 亿元的中信泰富特钢工业园)、“六化”(投资 170 亿元的中海油 1200 万吨/年炼化一体项目、投资 12 亿元的沧州大化 5 万吨/年 TDI 项目等 6 个化工产业项目)等重大产业支撑项目,装备制造、石油化工、电力能源、港口物流四大产业初具规模。

5) 原金能集团与沧化集团重组,重新启动了 23 万吨 PVC 项目,下一步将投资 18 亿元启动 40 万吨 PVC 项目的续建工程。

6) 已有韩国 SK、美国气体、日本东丽、华润集团、中海油、中信泰富、中钢、中化集团、中盐集团等一批“全国 500 强”乃至“世界 500 强”企业到渤海新区投资经营。截至 2007 年底,渤海新区正在建设和计划开工的项目有 26 个,总投资已达 1000 多亿元人民币。

7) 与华润集团、南华集团等企业签约,利用外资额 7 亿美元。当前华润在冀资产达 100 亿,预计 5 年内投资额增至 300 亿。

8) 沿海地区的产业发展和对外贸易都有着鲜明的“港口效应”,环渤海地区原材料的 87.6%、对外贸易额的 94.7%,都是由港口运输完成的。

渤海新区还拥有的 1700km² 未利用土地,蕴藏着的巨大潜能,在不久的将来,伴随着“港口效应”将逐步展现出来。为适应黄骅港未来的发展,建设一个完善的疏港公路体系,已提到议事日程。

二、疏港公路网建设

伴随着渤海经济圈建设和发展,黄骅港将成为一个新的交通枢纽。从水运来分析,黄骅港北距天津港 40 n mile,南距山东龙口港 115 n mile,距韩国首尔港 480 n mile,距日本九州港 900 n mile。与全国沿海各大港口联系便捷,与日本、韩国等港口隔海相望。疏港公路将我国西部地区联结在一起。

陆路交通上,黄骅港西距京沪铁路沧州站 80 km,距京广铁路肃宁站 180 km。如今神木至黄骅港双线电气化铁路运力巨大,地方铁路与全国铁路网相连,直通黄骅港港站。

公路交通更为便捷,黄骅港北距北京 240 km,距天津市 120 km,西距沧州 80 km。天津—汕头高速公路从黄骅市区而过。东西向有黄骅港至银川 307 国道,将港口与中西部地区紧密联结,并有石家庄—黄骅港高速公路直达省会,很快形成石家庄直达黄骅港口的疏运大通道。

目前,黄骅港即将形成煤炭 1 亿吨、杂货 5000 万吨的年吞吐能力,居全国沿海各大港口前列。为集煤炭、石油、成品油、杂货、化工、客运、集装箱为一体的中国北方综合性枢纽大港。

随着黄骅港发展和建设,疏港公路交通体系逐步完善,向腹地将延伸到晋中南、鲁北、豫北等地区,成为河北省实施“东出西联”战略、加快区域经济发展的“桥头堡”和前沿阵地。

黄骅港疏港公路网,由南、中、北、东、西等五条组成,总里程近百公里。其中:南、中、北三条疏港公路,均为东西走向,与河北省西部公路相连。疏港东路把中路和南路联结成一体,形成疏港内部环路;疏港西路为南北走向,与国家南北干线相连(图 1-2),沟通了全港区内部交通,对外与河北、乃至全国各地联结一体,成为对开放的黄骅港不可缺少组成部分。

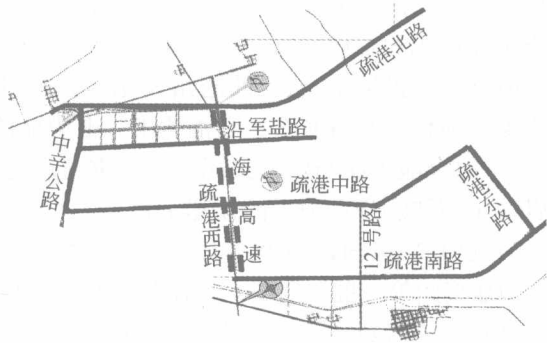
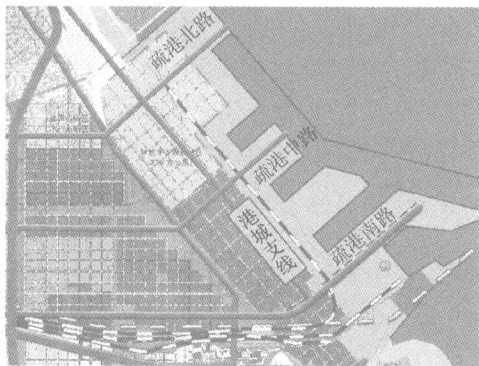


图 1-2 黄骅港疏港公路规划图示

第二节 浅海区域气象和水文地质

总结黄骅疏港公路建设经验,考虑到未来的疏港交通发展,了解疏港公路沿线的气候、水文地质,对于今后疏港公路建设有着积极的意义。

一、沿线浅海水域气候

疏港公路沿线,系温带大陆季风气候区,属于半湿润气候。夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥。年平均气温 12.3°C ,一月平均气温 -4.4°C ,四月平均 11.3°C ,七月平均 26.6°C ,十月平均 12.9°C ,极端最低气温为 -23.8°C ,极端最高气温为 43°C 。

年平均降水量 501mm ,最大年降水量 719.4mm ,最小年降水量 336.8mm ,历年最大一日降水量 136.8mm 。降水量主要集中在6、7、8三个月,占全年降水量的70%以上。年内日降水量大于 25mm 的天数平均为5天,最多7天。

疏港公路沿线日照与北方大多区域情况一样,5月份日照时间为全年之冠,5、6月份日照时数最多,12月份日照时数最少,夏季白昼时间较长,但因云雨较多,日照时数反而较少。全5月份太阳总辐射量最大,春夏两季蒸发作用强烈。

黄骅港沿海抵达地带多风,常见风向为SSW,次常风向为SW,其出现频率分别为11.1%和10.9%。强风向为ENE,次强风向为NE,大于等于7级风的频率分别为0.4%和0.1%。根据《黄骅气象志》介绍,黄骅属河北省范围内大风较多的地区之一,风向秋冬季以偏北风为主,春季以偏东风居多,夏季雷暴、大风则方向不定。此外,秋、冬两季多雾,年平均特大雾日数为12.2天,最多为20天。

冬季受内蒙古高压气流影响,春秋多西南风,经常出现7~8级大风,夏季潮湿多雨,冬季多西北风。年平均风速 3.5m/s 。

二、沿线浅海域水文

从地理而论,当地最低潮面在平均海面以下 2.4m ,黄骅零点在当地平均海平面下 2.03m 。潮位特征值(从当地理论最低潮面起算):

最高高潮位 5.71m ,最低低潮为 0.26m 。

平均高潮位 3.58m ,平均低潮为 1.28m 。

最大潮差 4.14m ,平均潮差 2.30m ,平均涨潮历时 $5\text{h}51\text{min}$,平均落潮历时 $6\text{h}41\text{min}$ 。

设计高水位 4.05m ,设计低水位 0.62m ;校核高水位 5.61m ,校核低水位 -1.22m 。

承潮水位年累计频率90%,承潮历时分别为3、4h的承潮水位分别为 2.72m 和 2.47m ,冬三月对应的承潮水位分别为 2.47m 和 2.22m 。

由于历史原因,本区无长期波浪观测资料。根据港区西北约 25km 的观测点实测资料统计分析,该区以风和涌浪合成的波浪为主,常浪向为E,次之为ENE,出现频率分别为10.06%和9.38%。强浪向为ENE,次之为E。

三、浅海水域地质

为了建设疏港公路,必须查明场地地层结构、岩性特征、分布埋藏条件,掌握疏港公路沿线不良地质,及其成因、类型、分布范围、发展趋势和危害程度,以便对地基稳定性、均匀性及地层承载力做出评价,为疏港公路建设提供设计、施工所需的基本资料。为此,委托勘测单位对黄骅港中疏港路南侧,西距海防路约 3.0km 地带进行地质勘测。

1. 地质勘测

1) 勘察依据

在对疏港公路进行地质勘测时,遵循以下文件和规范:

- (1) 黄骅港疏港公路工程地质勘察任务书;
- (2) 港口工程地质勘察规范 (JGJ 240—97);
- (3) 岩土工程勘察规范 (GB 50021—2001);
- (4) 建筑地基基础设计规范 (GB 50007—2002);
- (5) 港口工程地基规范 (JTJ 250—98);
- (6) 建筑抗震设计规范 (GB 50011—2001);
- (7) 土工试验方法标准 (GB/T 50123—1999);
- (8) 原状土取样技术标准 (JGJ 89—92);
- (9) 建筑工程地质钻探技术标准 (JGJ 87—92);
- (10) 河北省建筑地基承载力技术规程 (试行) (DB13 (J) /T 48—2005)。

2) 勘察方法

野外地质勘察钻探时,使用 DPP100—5 型汽车钻机、回转钻进、全孔取芯,钻孔直径 130mm,现场进行地质描述。

采取土样:采用薄壁取土器,或上提活阀厚壁取土器用快速静力连续压入法采取原状土样。

标准贯入试验:采用自动穿心落锤,锤重 63.5kg,落距 760mm。

剪切试验:采用十字板进行剪切试验,采用 CL—4 型电阻应变变量测仪,板头规格 50mm×100mm,剪切速率 1°/10s,测量地质的物理性能。

3) 勘探坐标与高程

勘探坐标采用西安 80 坐标系统,孔位测放采用 GPS 卫星定位,施工时进行复核。勘探高程系统采用国家 85 高程系,以场地南侧南疏港路上 HHG2 高程点 (高程 3.526m) 为高程起测点。

4) 勘察范围和内容

勘察场地位于黄骅港中疏港路南侧,西距海防路约 3.0km。这里地势较平坦,地面高程约 -1.5~-1.2m,属潮间带,受潮汐影响明显。勘测的主要内容是了解和掌握疏港公路路域里地质情况,抗震设防烈度,对饱和粉土的地震液化趋势作出判定。

2. 勘测结果

1) 地层岩性

勘察揭露的路域里的地层,系为第四系全新统海陆交互相沉积物,上部岩性主要为淤泥质黏土夹粉土;下部为黏土及粉土。按其时代成因、岩性特征、分布埋藏条件和物理力学性质,将该场地划分为 7 个工程地质层。各层岩性特征及分布规律详见表 1-1。

2) 岩土物理力学性能

为了分析土的物理力学性质,取得设计所需参数,岩土工程勘察除取土样进行室内土工试验外,还采用了标准贯入试验及十字板剪切试验等原位测试手段。按不同工程地质

层, 对室内试验结果及原位测试指标进行了统计。根据统计结果, 结合相关规范及地区经验, 各工程地质层物理力学性质指标建议值见表 1-2。

各层岩性特征及分布规律表

表 1-1

时代成因	层号	名称	层底埋深 (m)	层底高程 (m)	层厚 (m)	岩性描述及分布特征
Q^{al+m}	①	粉土	0.20~0.70	-1.49~-2.22	0.20~0.70	黄灰色、稍密、湿, 摇震反应迅速, 韧性低、干强度低, 岩性不均, 含贝壳碎片。中压缩性, 全区分布
Q^m	②	淤泥质黏土	1.50~2.30	-3.02~-3.54	0.90~1.40	黄灰色~灰色, 流塑、光滑、干强度高, 韧性高、岩性不均、局部夹粉土薄层, 偶见贝壳碎片。高压缩性。K12~K14 号孔及 K3 号孔缺失
	② ₁	淤泥	1.30~2.50	-2.67~-3.72	0.90~2.20	灰色、流塑、光滑, 干强度高, 韧性强, 局部夹粉土薄层。高压缩性。分布于 K2~K5 号孔及 K11~K14 号孔
	③	粉土	4.00~5.50	-5.52~-6.72	1.00~2.40	灰色、中密、湿, 摇振反应迅速, 干强度低, 韧性低, 含贝壳碎片, 夹粉质黏土薄层, 局部互层分布。中压缩性。全区分布
	③ ₁	淤泥质黏土	3.00~4.50	-4.52~-5.90	0.50~1.70	灰色、流塑、光滑, 干强度高, 韧性强, 岩性不均, 局部夹粉土薄层。高压缩性。全区分布
	④	淤泥质黏土	10.20~13.00	-11.60~-14.52	4.50~8.50	灰色、流塑、光滑, 干强度高, 韧性强, 含贝壳碎片, 岩性较均, 局部夹粉土薄层。高压缩性。全场分布
	④ ₁	粉土	6.00~6.90	-7.52~-8.30	0.50~0.90	灰色、中密、湿, 摇振反应迅速, 韧性低, 干强度低。中压缩性。分布于 K7~K14 号孔及 K23 号孔
Q^{al}	⑤	粉土	12.70~14.50	-13.94~-15.75	2.00~3.00	黄灰色、密实、湿, 摇振反应迅速, 韧性低, 干强度低。中压缩性。分布于 K1~K4 号孔及 K23 号孔
	⑥	黏土	15.50~16.20	-16.75~-17.55	1.00~5.50	灰褐色—灰黄色, 软塑—可塑, 光滑, 干强度高, 韧性强, 岩性较均。中压缩性。全区分布
	⑦	粉土	本层未揭穿	最大揭露深度 20.0	最大揭露 厚度 4	灰黄色、密实、湿, 摇振反应迅速, 韧性低, 干强度低。岩性不均, 下部夹粉砂。中—低压缩性。全区分布

物理力学性质指标建议值表

表 1-2

层号	地层岩性	物理性质指标				力学性质指标			
		天然 含水率	干密度	孔隙比	塑性 指数	压缩 模量	饱和固结快剪		无侧限抗压强度
		W	ρ_d	e	I_P	E_s	内摩擦角	内聚力	
		%	g/cm ³			MPa	°	kPa	
①	粉土	31.3	1.48	0.86	6.9	5.5	29.1	2.7	7.3
②	淤泥质黏土	51.1	1.19	1.37	24.2	2.4	14.1	16.0	2.1
② ¹	淤泥	59.0	1.09	1.59	25.9	2.0			1.5
③	粉土	26.8	1.58	0.72	7.0	7.5	25.9	9.1	2.8
③ ¹	淤泥质黏土	50.2	1.22	1.37	20.6	2.9	13.3	17.3	2.1
④	淤泥质黏土	41.5	1.31	1.13	19.0	3.1	9.0	10.1	3.0
④ ¹	粉土	27.9	1.53	0.78	7.6	8.5	22.6	8.5	6.1
⑤	粉土	22.5	1.70	0.61	6.3	10.0	23.1	4.5	8.8
⑥	黏土	33.3	1.43	0.98	20.6	4.2	9.1	18.7	4.6
⑦	粉土	20.7	1.69	0.58	4.9	10.0	27.1	2.7	

3) 地基土容许承载力

依据各工程地质层物理力学性质指标，按《港口工程地质勘察规范》(JTJ 240—97)、《河北省建筑地基承载力技术规范 (试行)》(DB 13 (J) /T 48—2005)，结合地区经验，地基容许承载力及压缩模量建议值见表 1-3。

地基土容许承载力及压缩模量建议值表

表 1-3

层号	岩土名称	层底埋深 (m)	层底高程 (m)	层厚 (m)	容许承载力 (kPa)	压缩模量值 (MPa)
①	粉土	0.20~0.70	-1.49~-2.22	0.20~0.70	60	5.5
②	淤泥质黏土	1.50~2.30	-3.02~-3.54	0.90~1.40	50	2.4
② ¹	淤泥	1.30~2.50	-2.67~-3.72	0.90~2.20	40	2.0
③	粉土	4.00~5.50	-5.52~-6.72	1.00~2.40	95	7.5
③ ¹	淤泥质黏土	3.00~4.50	-4.52~-5.90	0.50~1.70	60	2.9
④	淤泥质黏土	10.20~13.00	11.60~-14.52	4.50~8.50	80	3.1
④ ¹	粉土	6.00~6.90	-7.52~-8.30	0.50~0.90	95	8.5
⑤	粉土	12.70~14.50	-13.94~-15.75	2.00~3.00	120	10.0
⑥	黏土	15.50~16.20	-16.75~-17.55	1.00~5.50	100	4.2
⑦	粉土	本层未揭穿	最大揭露深度 20.0m	最大揭露厚度 4.5m	140	10.0

3. 岩土工程分析评价

1) 项目场地稳定性

勘测场地位于华北平原沉降带的埕宁隆起之上，区域构造较稳定。可进行本项目的建设施工。

2) 场地地震效应

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 和《中国地震动参数区划图》(GB

18306—2001) 圈定, 该场地抗震设防烈度为 6 度, 设计基本地震加速度值为 0.05g, 设计地震分组第二组, 可不考虑场地饱和粉土及砂土的地震液化问题。

3) 场地土类型及场地类别

根据岩土名称及性状, 依据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 中的相关条文, 结合地区经验及临近场地资料, 估算各土层的剪切波速值 (表 1-4)。

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 判定, 场地土第①、②、②¹、③、③¹、④、④¹ 层为软弱土, 其余均为中软土。场地 20m 深度范围内的等效剪切波速为 132.8m/s, 覆盖层厚度大于 80m。场地类别为 IV 类建筑场地。

土层剪切波速值估算表

表 1-4

层号	①	②	② ¹	③	③ ¹	④	④ ¹	⑤	⑥	⑦
岩土名称	粉土	淤泥 质黏土	淤泥	粉土	淤泥 质黏土	淤泥 质黏土	粉土	粉土	黏土	粉土
容许承载力 (kPa)	60	50	40	95	60	80	95	120	100	140
剪切波速 (m/s)	100	100	90	120	115	130	135	150	145	160

4) 地基均匀性

该场地地层在地基变形计算深度范围内, 主要受力土层的顶底板埋深及厚度变化较小, 勘察范围内地基土的岩性及物理力学性质指标变化不大, 地基土均匀性较好。

5) 地基方案

(1) 场地表层第①层粉土厚度 0.2~0.7m, 容许承载力 60kPa, 压缩模量 5.5MPa, 可作为天然地基。但该层厚度较小, 且下伏第②¹ 层泥及第②层淤泥质黏土天然含水率大、压缩性高、强度低、容易造成堤脚两侧的侧向挤出, 建议进行沉降验算, 并在堤脚两侧一定范围内堆石反压。

(2) 拟建道路外侧直接临海, 为防止波浪涛刷侵蚀, 建议外侧采用抛石等方法进行护坡。

6) 地质评价

勘察场地被揭露地层为第四系全新统海陆交互相沉积物。场地区域构造较稳定, 可进行本工程的建设施工。勘察范围内地基土均匀性较好, 场地内地基土的物理力学性质指标, 建议采用表 1-2 中数值, 地基容许承载力及压缩模量值, 建议采用表 1-3 中数值, 抗震设防烈度为 6 度, 设计基本地震加速度值为 0.05g, 设计地震分组第二组。可不考虑场地饱和粉土及沙土的地震液化问题。

场地内第①、②、②¹、③、③¹、④、④¹ 土层为软弱土, 其余均为中软土。场地类别为 IV 类建筑场地。为此, 提出以下建议:

建议一: 采用天然地基, 并进行沉降验算, 同时在堤脚两侧堆石反压。

建议二: 道路外侧采用抛石等方法进行护坡。

第二章

浅海水域公路建设技术

前已所述,黄骅港疏港公路所处地域,从宏观上来看,地势自西向东倾斜,从微观来说,地势总体是平坦的。最高海拔4m,路线所经过区域,基本上都是养虾池、养鱼池、盐汪子、海滩和浅海水域,因此,疏港路堤建设非同一般陆地公路。

为了叙述方便起见,根据不同地段水文特征,疏港公路分为三种情况:

第一种情况:位于盐碱地段的路堤,与一般公路基本相似,但是,需要对盐碱土壤进行改良,才能用作路堤填料。

第二种情况:位于滩涂地段,养虾池、养鱼池、盐汪子,一望无际。从路堤填料角度分析,属于过湿土地段,不能直接用作路堤填料,只能采取“造土”办法修筑路堤。

第三种情况:位于浅海地段,可再细分为潮差变化区和永浸海水区。在浅海水域修筑的路堤,不仅受到潮汐、海浪冲击,而且永远浸泡在海水里,永远受到海水和盐渍侵蚀;位于海潮、风浪变化的路堤部分,还经常受到干湿交替变化影响,所处环境十分特殊。因此,这一路段的公路结构,有别于一般公路,这是本书重点研究讨论的问题。

第一节 浅海水域公路

疏港公路是陆路和港口的咽喉,所处的地理特殊,面临的自然环境十分恶劣,时常受到海洋大气侵蚀,因此,在构造上与一般公路大相径庭。但是,就疏港公路自身来说,有些路段位于滩涂区,属于淤泥软弱地基;位于潮差区、永浸区,除去地基软弱、承载能力低下外,还时时受潮汐、浪溅区(或飞溅区)、海泥、海水侵蚀。因此,疏港公路除必须满足使用功能要求外,还要应对恶劣的环境,所以位于不同临海环境,应采取相应的构造形式。

一、浅海水域公路路堤断面形式

浅海水域公路与自然界基本法则一样,适者生不适者亡。疏港公路要在大海中巍然屹立,必须使自身构造适应所处的浅海中的环境。我们总结疏港公路建设经验,同时吸取其他沿海公路的经验教训,根据黄骅港疏港公路环境,经过实践证明,下面几种路堤断面形式,适用黄骅港的疏港公路。

图2-1所示的断面,适宜滩涂、潮差地段。其断面结构与一般公路高路堤相似。路堤分台阶填筑,坡面须用片石防护,片石之下铺设土工布过滤,在受到海潮冲击时防止路堤