

东营地区 深基坑工程实践

唐为峰 王 春 **主编**

东营地区 深基坑工程实践

唐为峰 王 春 **主编**

图书在版编目(CIP)数据

东营地区深基坑工程实践 / 唐为峰, 王春主编. —
东营: 中国石油大学出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-5636-4323-3

I. ①东… II. ①唐… ②王… III. ①深基坑—基坑
施工—东营市 IV. ①TU473.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 067307 号

书 名: 东营地区深基坑工程实践
主 编: 唐为峰 王 春

责任编辑: 秦晓霞(电话 0532—86983567)
封面设计: 青岛友一广告传媒有限公司

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)
网 址: <http://www.uppbook.com.cn>
电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com
印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司
发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86981532, 86983437)
开 本: 185 mm × 260 mm 印张: 18.25 字数: 350 千字 插页: 16
版 次: 2014 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
定 价: 80.00 元

《东营地区深基坑工程实践》编委会

主 任 杨立亮

副 主 任 陈明海 苏国权 高照祥 高爱国 王 峰

顾 问 闫兴利 乔 社

主 编 唐为峰 王 春

副 主 编 李春忠 高向阳

编 委 (按姓氏笔画排列)

丁元娥 王长华 王宝武 王 韬 卢晓玲

吕玉勇 刘天军 刘洪泉 李进国 杨宇红

杨凯凯 杨珊珊 张洪岗 范锦民 尚耀宪

郝学舜 顾 莹 钱海波 高 鹏 郭尊亮

黄耀德 董慧君 韩 军

主编单位 东营市住房和城乡建设委员会

东营市勘察测绘院

山东省建设工程勘察质量监督站东营分站

序

Foreword

近年来,随着黄蓝两大国家战略的深入推进,东营市社会经济水平快速发展,城市化和地下空间开发利用取得了长足进步,深基坑工程设计和施工水平也得到了大幅提高。东营地区大部分区域位于黄河三角洲冲积平原,沉积时间较晚,土软,水多,深基坑工程设计和施工难度较大。在深基坑工程的设计和施工实践中,广大专业技术和工程管理人员针对该地区的条件进行了努力探索和研究,总结和积累了大量工程经验,取得了丰硕成果,引进并实践了一批新技术、新方法和新工艺,使东营地区深基坑工程技术从少到多、从小到大,并逐步走向成熟。

东营市有关单位组织专业技术人员和工程管理人员,结合东营地区已建成的多项有代表性的基坑工程实例,经过系统分类和总结,编写了这本专集,具有很大的必要性和实用价值。该书地域特点鲜明,填补了类似地区深基坑工程成果方面的空白,具有较高的科学价值和借鉴意义,将对东营地区深基坑工程发展起到很大的推动作用。

纵览本书,具有以下特点:

(1) 该专集紧紧围绕东营地区的实际,客观地汇集和总结分析了近年来已建成的有代表性的 30 多项基坑工程支护和地下水控制实例,并按照围护结构类型进行了分类,简要叙述了各种支护型式的工作机理、特点、适用范围及施工要点,便于读者阅读、理解和参考。

(2) 该专集在对工程经验进行系统总结的基础上,很好地结合了该地区的岩土条件,对各种支护型式进行了很有深度和针对性的探索与研究,引进和推广运用了国内较先进的支挡结构新技术、新工艺,如 SMW 工法、IPS 工法(鱼腹梁组合型钢支撑)、自钻式中空注浆锚杆、旋喷加劲水泥土桩锚、深搅桩+型钢的复合

土钉墙技术及逆作法等工法。通过对多项工程实例进行富有创新性、探索性的研究和适宜性、应用性的总结,提出了其推广应用中的有关问题,对类似地区深基坑技术的应用推广具有一定的指导作用。

(3) 根据东营地区地下水资源丰富、地下水位偏高的复杂水文地质条件,为确保基坑工程和周边环境安全,该专集结合地区实际,总结和探索了适合于该地区的地下水控制方案和措施,对各种止水(截水)、降水、排水和回灌等的处理方法的适用条件、范围及适宜性进行了综述和总结,取得了一定经验,具有借鉴和参考价值。

(4) 该专集还体现了政府在加强质量安全监管方面的有效作为,一方面鼓励新技术、新工艺的推广,另一方面倡导加强与省级专家平台的协作,强化管理制度,严格管理程序,建立了岩土工程监管的长效机制。这对不同地域、城市推进岩土工程技术进步具有一定的启迪作用。

该专集收集的工程实例,针对性强、资料丰富、内容齐全、数据可靠、图文并茂、文字清晰顺畅,具有极强的参考价值。

该专集的出版,必将对东营地区以及类似条件地区深基坑工程的发展起到积极推动作用,相信读者也能从中获取知识、得到启发。

山东省建设工程勘察质量监督站

Handwritten signature in black ink, appearing to read '尹伯钧' followed by a stylized '社' character.

2014年2月10日

前 言

P R E F A C E

为了更好地交流东营地区深基坑工程设计和施工领域的经验,提高广大设计和施工人员的技术水平,推动本地区岩土工程技术发展,由东营市住房和城乡建设委员会和东营市勘察测绘院牵头,组织多名工程一线技术人员,历时一年编写完成本书。

本书对东营地区应用各类深基坑支护型式及降水技术进行了系统的分类和归纳总结,包括6章内容和2个附录。第1章重点介绍了东营地区深基坑工程发展的历史和现状;第2~第5章,分门别类地介绍了各类支护型式,并辅以具体的工程实例及现场实景照片,进一步阐述了支护型式的应用情况;第6章重点介绍了地下水控制中常用的止水、降水及观测、回灌技术;附录一统计了近几年主要的基坑设计项目;附录二为工程实景照片的彩印版,便于清晰反映实际状况。

全书提供的32个工程实例均为近年来在东营地区实施的有代表性的工程,具有鲜明的地区特点及较高的技术水准,如SMW工法、鱼腹梁组合型钢支撑法(IPS工法)、深搅桩+型钢的复合土钉墙技术、逆作法开挖施工地下人防技术等,部分实例的设计、施工技术在山东省尚属首次应用。本书内容翔实,图文并茂,立足工程实践,突出经验总结,希望本书的推出能对东营地区及国内岩土工程条件类似地区的基坑工程设计、施工、管理提供有益的启发和借鉴。

本书在编写过程中得到了东营市建委领导和山东省建设工程勘察质量监督站的大力支持,书中实例由东营市勘察测绘院、山东尚力建设有限公司、山东正元建设工程有限责任公司、东营铁能岩土工程有限公司、上海强劲地基工程股份有限公司、东营市海天勘察测绘有限公司、胜建集团岩土工程处、上海第一海洋地质工程有限公司、东营腾远工程有限公司、东营天华建筑安装有限公司、东营

市恒烁建筑工程有限公司等组织人员编写或提供资料。山东正元建设工程有限责任公司王龙军研究员、山东省城乡勘察院马连仲研究员、上海强劲地基工程股份有限公司刘全林总工、中国石油大学(华东)程旭东教授、东营市建设工程安全监督站兰玉森副站长以及东营市审图中心林其乐副主任对本书的编纂提供了宝贵的意见。在此对以上参编单位和个人对本书出版提供的帮助一并表示感谢。

由于时间仓促,本书对各类支护型式在理论分析上未进行深入探讨,同时由于相关监测数据的收集难度大,对所提供的工程实例侧重于现场实际情况的实景记录及文字概述,缺少具体的基坑监测数据,有待后续补充。本书对工程实例描述不一定详尽,不能作为评判施工成败的依据。因本书编者水平有限,错漏和不足在所难免,恳请读者批评指正。

《东营地区深基坑工程实践》编委会

2014年1月

目 录

CONTENTS

第 1 章 概 述	1
1.1 东营地区深基坑工程发展与管理概况	1
1.1.1 东营地区深基坑工程的发展	1
1.1.2 东营地区深基坑工程的现状	2
1.2 东营市工程地质条件概述	3
1.2.1 地形地貌	3
1.2.2 工程地质概况	4
1.2.3 水文地质概况	6
1.3 东营地区基坑工程常见的支护形式	6
1.3.1 基坑工程的分类	6
1.3.2 东营地区常见的支护形式	8
第 2 章 自然放坡	10
2.1 综 述	10
2.1.1 概 述	10
2.1.2 放坡的应用范围	10
2.2 放坡的工程应用	11
2.2.1 工程实例一:黄河三角洲国际广场 D 区地下车库项目	11
2.2.2 工程实例二:东营海洋城住宅地下车库项目	16
2.2.3 工程实例三:昊龙花苑公租房项目	21
2.2.4 工程实例四:广饶尚能时代 A 地块地下车库项目	26
2.2.5 工程实例五:东营港经济开发区港城路 M 雨水泵站项目	32
第 3 章 土钉墙	39
3.1 综 述	39
3.1.1 概 述	39

3.1.2	东营地区土钉墙的适用范围	44
3.2	土钉墙的工程应用	45
3.2.1	工程实例一:东营市东城旧城区改造区域住宅及商业安置房项目	45
3.2.2	工程实例二:东营创业·生产力促进中心项目	53
3.2.3	工程实例三:明潭府项目	58
3.2.4	工程实例四:广饶东方金座大厦项目	65
第4章	重力式水泥土墙	69
4.1	综 述	69
4.1.1	概 述	69
4.1.2	重力式水泥土墙常见问题分析	73
4.1.3	重力式水泥土墙的应用范围	74
4.2	重力式水泥土墙的工程应用	75
4.2.1	工程实例一:东营奥体中心体育馆(设备用房)项目	75
4.2.2	工程实例二:科瑞某厂房基础基坑项目	82
4.2.3	工程实例三:利华益高层住宅小区项目	85
4.2.4	工程实例四:利津金桥花园项目	91
第5章	支挡式结构	98
5.1	综 述	98
5.1.1	三轴搅拌桩及SMW工法介绍	98
5.1.2	IPS工法(预应力鱼腹梁工具式组合内支撑)介绍	110
5.1.3	自钻式中空注浆锚杆工艺介绍	112
5.1.4	旋喷加劲水泥土桩锚工艺介绍	115
5.2	悬臂式支护结构的工程应用	119
5.2.1	概 述	119
5.2.2	工程实例一:永晖大厦项目	121
5.2.3	工程实例二:奥体中心游泳馆项目	127
5.2.4	工程实例三:东营区玉香园项目	133
5.3	双排桩支护结构的工程应用	137
5.3.1	概 述	137
5.3.2	工程实例一:东营黄河三角洲高效生态经济区国际人才专家公寓项目	139
5.3.3	工程实例二:东城旧城区改造区域安置房综合楼项目	146
5.3.4	工程实例三:利津县凤凰公园人防项目	151
5.3.5	工程实例四:东营海洋城办公楼项目	157
5.3.6	工程实例五:广饶凯泽尚城项目	162

5.4 锚拉式支护结构的工程应用	168
5.4.1 概 述	168
5.4.2 工程实例一:长安未来国际大厦项目	171
5.4.3 工程实例二:利津县府住宅小区项目	178
5.4.4 工程实例三:金都大厦项目	183
5.4.5 工程实例四:全福元广饶城市商业综合体项目	190
5.5 支撑式支护结构的工程应用	197
5.5.1 概 述	197
5.5.2 工程实例一:福麒大厦项目	201
5.5.3 工程实例二:金鼎大厦项目	208
5.6 逆作法	216
5.6.1 概 述	216
5.6.2 工程实例:商河路地下人防项目	219
第6章 地下水控制	229
6.1 综 述	229
6.1.1 水文地质概况	229
6.1.2 地下水对基坑工程的影响	230
6.2 止 水	231
6.2.1 单轴水泥土搅拌桩	231
6.2.2 双轴水泥土搅拌桩	232
6.2.3 三轴水泥土搅拌桩	234
6.2.4 高压旋喷水泥土搅拌桩	235
6.2.5 水泥土搅拌桩构造、施工要求	236
6.2.6 钢板桩	236
6.3 降 水	240
6.3.1 降水的作用	240
6.3.2 降水方法与适用范围	241
6.3.3 集水明排	246
6.3.4 东营地区基坑工程降水存在的问题	246
6.4 回灌和观测	247
6.4.1 回 灌	247
6.4.2 观 测	249
6.5 地下水处理实例	250
6.5.1 工程实例一:西城城北污水处理厂配套外管网工程 WP05 泵站工程	250
6.5.2 工程实例二:利华益高层住宅小区项目	254

6.5.3 工程实例三:东营港经济开发区 C (B8)雨污泵站工程·····	258
6.5.4 工程实例四:东营港经济开发区港城路 M 雨水泵站·····	263
附 录 ·····	267
参考文献 ·····	278
文中部分彩色照片 ·····	279

第 1 章

概 述

1.1 东营地区深基坑工程发展与管理概况 ●●

1.1.1 东营地区深基坑工程的发展

东营市是万里黄河入海的地方,是黄河三角洲的中心城市及山东半岛蓝色经济区和黄河三角洲高效生态经济开发战略的主战场和核心区域,位于山东省东北部,北纬 $36^{\circ}55'$ ~ $38^{\circ}10'$,东经 $118^{\circ}07'$ ~ $119^{\circ}10'$,东、北临渤海,西与滨州市毗邻,南与淄博市、潍坊市接壤。东营市辖东营、河口 2 个区,广饶、利津、垦利 3 个县,南北最大纵距 123 km,东西最大横距 74 km,总面积 $7\,923\text{ km}^2$ 。

21 世纪前东营地区深基坑工程较少,进入 21 世纪后,随着经济建设的快速发展,深基坑工程日益增多。尤其近年来,随着山东半岛蓝色经济区和黄河三角洲高效生态经济区开发战略的实施,城市化进程进一步加快,城市高层住宅小区、高层办公写字楼、大型地下车库及地下人防等工程如雨后春笋般出现,深基坑工程也随之得到长足发展。据粗略统计,近 10 年来,东营市为新建工程而开挖的深基坑工程约 300 个,开挖深度最深者达到 17.5 m,单个基坑面积最大达 18 万 m^2 。

在深基坑工程快速发展的同时,受地区岩土工程地质条件和环境条件的复杂性、对深基坑工程认识相对薄弱、岩土工程技术发展相对缓慢等因素影响,深基坑工程的复杂性、高风险性、不确定性及环境保护严峻性等一系列理论与实际问题,也日益突出地摆在广大工程技术人员和工程管理人员面前。经过 10 多年的探索与实践,东营市深基坑工程积累了大量工程经验,取得了丰硕的成果,实践了一批新技术、新方法和新工艺,并逐渐从小到大、从浅到深、走向成熟。

按设计责任单位分,东营地区深基坑工程的发展大致经历了如下三个阶段:

第一阶段(2000年以前),以建筑设计院为主进行深基坑支护设计,主管部门无具体管理规定,建设单位对深基坑采取自行组织管理的方式。代表工程主要集中在东营西城,如东营市百货大楼扩建工程(深度7 m)、东营市商业大厦三期扩建工程(深度6 m)、油田人防工程(深度6 m)、胜建大厦(深度9 m)和东胜大厦(深度9 m)等。

第二阶段(2001年至2009年),以深基坑设计、施工一体模式为主,即施工单位自带深基坑设计方案,深基坑设计、施工均由一家施工单位负责。管理程序上,主管部门尚无具体管理规定,建设单位对深基坑采取自行组织管理的方式。

第三阶段(2010年至今),逐步规范深基坑设计及施工;出台相关地方文件,明确了深基坑设计必须由具备岩土工程设计资质的单位进行,深基坑施工必须由具备地基处理与基础工程专业资质的企业承担。同时,相关管理制度逐渐完善起来,政府主管部门相继出台了设计、施工管理办法,明确了相关的评审制度、监管办法。

1.1.2 东营地区深基坑工程的现状

东营地区深基坑工程起步虽晚,但发展迅速,目前管理体系逐步完善,从业人员技术水平大步提升,新工艺、新技术得到了较好推广。

1. 深基坑工程管理

1) 职能管理

在管理程序上,山东省1999年通过了《山东省建设工程勘察设计管理条例》草案,并于2010年12月1日正式颁布执行。2010年9月东营市住建委安监站牵头下发了《东营市建设工程安全专项施工方案编制审查与专家论证实施细则》,开始在东营市推行深基坑施工方案专家评审制度,对深基坑管理有了明确要求。为进一步加强深基坑工程勘察设计管理,2012年由东营市住建委勘察设计科牵头下发了《关于进一步加强全市深基坑工程勘察设计管理工作的通知》(东建字[2012]192号)。两个文件的下发,为规范东营市深基坑工程设计、施工方案的编制和管理起到了较明显的效果。

2) 资质管理

深基坑工程设计文件必须由具备岩土工程设计资质的单位承担,根据基坑工程不同的安全等级,分别由相应资质的单位设计。由于严格控制设计主体资质问题,有力地制止了以往无资质设计或由施工企业技术人员从事深基坑支护设计的混乱局面。

3) 设计方案的评审制度

根据东建字[2012]192号文,深基坑工程设计方案实行分级评审制度。按照《高层建筑岩土工程勘察规程》(JGJ 72—2004)划分标准,安全等级为二级以上(含二级)的深基坑工程设计方案,由东营市住建委转报山东省建设工程勘察质量监督站组织专家评审;其他由东营市住建委组织专家评审,具体工作由省建设工程勘察质量监督站东营分站负责,深基坑工程设计方案未经评审不得使用。对于周边环境简单的三级基坑工程,在相关技术资料齐全的情况下,基坑工程设计方案、专项施工方案和监测方案可合并评审。

2. 存在问题

目前深基坑实施过程中仍存在问题亟待解决,具体如下:

(1) 建设单位对深基坑设计、深基坑专项施工管理办法不了解,认识深度不够,通常认为仅需进行深基坑设计评审,却忽视了深基坑施工方案评审的重要性。按上述两个管理文件要求,由具备相应岩土工程设计资质等级的单位编写深基坑设计方案,并进行评审论证,方案评审通过后,由具有相应地基基础资质等级的施工单位或总承包单位编写涵盖深基坑支护施工、土方开挖、降水及监测在内的完整的深基坑施工组织方案,并进行专项评审。

(2) 施工组织管理存在一定的薄弱环节,施工过程的监管相对滞后,没有纳入日常监管程序,施工中擅自更改、简化设计或不按图施工情况时有发生。

(3) 深基坑施工检测及监测不到位或基本不做。在深基坑设计文件中,对深基坑检测有严格要求,但此项工作在东营市基本为空白;东营市近两年刚刚开展深基坑监测业务,大多数监测单位只有工程测量资质,没有岩土工程资质,在深基坑开挖监测中只做简单的变形测量,不能很好地为深基坑施工提供有价值的信息,制约了深基坑信息化施工和对设计的优化。

1.2 东营市工程地质条件概述 ●●

1.2.1 地形地貌

东营市地处华北拗陷区之济阳拗陷东端,地层自老至新有太古界泰山岩群,古生界寒武系、奥陶系、石炭系和二叠系,中生界侏罗系、白垩系,新生界第三系、第四系;缺失元古界,古生界上奥陶统、志留系、泥盆系、下石炭统及中生界三叠系。凹陷和凸起自北向南主要有:埕子口凸起(东端)、车镇凹陷(东部)、义和庄凸

起(东部)、沾化凹陷(东部)、陈家庄凸起、东营凹陷(东半部)、广饶凸起(部分)等。

地势沿黄河走向自西南向东北倾斜,西部最高高程为 14 m,东部最低高程为 1 m,自然比降为 1/7 000。黄河穿境而过,背河方向近河高、远河低,背河自然比降为 1/7 000,河滩地高于背河地 2~4 m,形成“地上悬河”。全市微地貌有 5 种类型:① 古河滩高地,占全市总面积的 4.15%,主要分布于黄河决口扇面上游;② 河滩高地,占全市总面积的 3.58%,主要分布于黄河河道至大堤之间;③ 微斜平地,占全市总面积的 54.54%,是岗、洼过渡地带;④ 浅平洼地,占全市总面积的 10.68%,在小清河以南主要分布于古河滩高地之间,在小清河以北主要分布于微斜平地之中、缓岗之间和黄河故道低洼处;⑤ 海滩地,占全市总面积的 27.05%,与海岸线平行呈带状分布。

城市建设活动大部分区域内地貌以黄河三角洲下游冲(淤)积平原及淄河冲积平原为主。其中黄河三角洲下游冲(淤)积平原主要分布在东营区、河口区、利津县、垦利县和广饶部分(花官、陈官、丁庄三乡镇)等,该区域内地势总体平缓,以平原地貌为主。由于受黄河影响,地表受洪水的反复冲切和淤积重叠,形成复杂微地貌,下部为海陆交互项沉积。地势沿黄河走向自西南向东北,由高向低缓慢过渡,至海平面;黄河两侧呈现近河高,远河低的趋势,总体呈扇状由西南向东北微倾。

淄河冲积平原区(尾部)主要分布在广饶县大部分乡镇,地势自南向北缓倾,地层自南向北缓倾,具有典型的山前冲积平原特征:垂直方向,自上而下,含水层颗粒呈由细变粗的趋势;水平方向,由南向北,含水层颗粒由粗变细,结构由单一变为层状。

1.2.2 工程地质概况

1. 东营黄河三角洲地区

东营黄河三角洲地区深基坑工程主要集中在各个县区的政府驻地,主要为黄河三角洲冲(淤)积平原,基岩埋藏较深通常在数百米以下。所揭露的地表 20 m 基坑深度所能涉及范围内的地层通常为黄河三角洲冲(淤)积和海陆交互沉积,地层自上而下,基本特征如下:

①人工填土层:包括素填土、杂填土等。其具有松散、土质不均匀、强度低、湿陷性、不稳定性等特点。

②层:粉土,黄褐色,湿,稍密—中密;土质分布不均匀,夹粉质粘土薄层;厚度范围在 0.5~1.5 m。

③层:粉质粘土,黄褐色—灰褐色,软塑;土质不均匀,夹多层粉土薄层,呈交互沉积,韵律明显,和黄河丰水期改道有直接关系;该层在河口大部地区呈淤泥质土的特性;层顶埋深为1.0~3.5 m,厚度范围在0.5~2.5 m。

④层:粉土,灰褐色—浅灰色,湿,中密—密实;土质不均匀,夹粉质粘土薄层,含少量贝壳碎片;层顶埋深为3.0~4.0 m,厚度范围在1.5~3.0 m。

⑤层:粉质粘土,灰褐色,软塑;土质较均匀;层顶埋深为7.0~9.0 m,厚度范围在1.0~2.5 m。

⑥层:粉土,浅灰色,含贝壳碎片及少量有机质,土质较均匀,湿,密实;层顶埋深为8.0~10.0 m,厚度范围在3.0~7.0 m。

⑦层:粉质粘土,灰褐色,含少量有机质,软塑—可塑;层顶埋深为15.0~17.0 m,厚度范围在3.0~4.0 m。

⑧层:粉土,浅黄色,粘粒含量较高,土质较均匀,见少量贝壳碎片及钙质结核,湿,密实;层顶埋深为20.5~23.0 m,厚度范围在2.0~4.5 m。

⑨层:粉质粘土,黄褐色,夹粉土薄层,土质较均匀,粉粒含量较高,可塑;层顶埋深为24.5~26.0 m,厚度范围在5.0~7.0 m。

2. 淄河冲积平原区

淄河冲积平原区主要来源于泰沂山区由淄河等河流搬运来的冲积物堆积而成,位于广饶县境内小清河以南,辖有广饶县大部分乡镇。该区南北向、东西向地层变化都较大,广饶县深基坑主要集中在城区和开发区,现仅以该区域地层为例简述如下:

①层:素填土,黄褐色—灰褐色,以粉土为主,夹粉质粘土薄层或团块,表层见少量建筑垃圾,土质不均匀;厚度范围在1.0~3.0 m。

②层:粉土,黄褐色,粘粒含量较高,湿,中密;局部夹中细砂薄层,含Fe质条斑;层顶埋深为0.5~1.5 m,厚度范围在1.5~3.0 m。

③层:粉质粘土,黄褐色—灰褐色,含钙质结核,粉粒含量较高,含少量Fe质条斑及有机质,夹粉土薄层,可塑;层顶埋深为6.5~7.0 m,厚度范围在6.0~8.5 m。

④层:粉土,黄褐色,粘粒含量较高,含Fe质条斑,湿,密实;层顶埋深为9.0~11.0 m,厚度范围在3.5~5.0 m。

⑤层:粉质粘土,黄褐色—灰褐色,夹粉土薄层或透镜体,含Fe质条斑及少量钙质结核,可塑;层顶埋深为13.5~14.5 m,厚度范围在5.5~7.0 m。

⑥层:粉土,黄褐色,局部可达粉砂,湿,密实;层顶埋深为19.0~20.5 m,厚