

doi:10.12097/j.issn.1671-2552.2023.09.006

雄安新区岩土标准地层序列划分

杜亚楠¹, 李传金^{2*}, 朱辉云³, 张曦⁴, 龚雪¹, 闫晓然¹, 马震⁵, 董涛⁶DU Ya' nan¹, LI Chuanjin^{2*}, ZHU Huiyun³, ZHANG Xi⁴, GONG Xue¹, YAN Xiaoran¹,
MA Zhen⁵, DONG Tao⁶

1. 雄安城市规划设计研究院有限公司, 河北 雄安 071700;

2. 福建理工大学土木工程学院, 福建 福州 350118;

3. 北京市勘察设计院有限公司, 北京 100038;

4. 河北雄安新区规划研究中心, 河北 雄安 071700;

5. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170;

6. 河北雄安新区管理委员会自然资源和规划局, 河北 雄安 071700

1. Xiong'an Urban Planning and Design Institute Co., Ltd., Xiong'an 071700, Hebei, China;

2. School of Civil Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, Fujian, China;

3. BGI Engineering Consultants Ltd., Beijing 100038, China;

4. Planning Research Center of Xiong'an New Area, Xiong'an 071700, Hebei, China;

5. Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China;

6. The Bureau of Natural Resources and Planning, Xiong'an 071700, Hebei, China

摘要:为统一雄安新区地层序列划分标准,实现雄安新区工程勘察数据的入库、互相调用和综合利用分析,在搜集雄安新区大量工程勘察资料的基础上,综合考虑地质年代、地质成因、沉积序列、地层岩性、物理力学性质等因素,对雄安新区100 m深度范围内的地层进行了统一划分,并对标准地层采用“主层编码+岩性亚层编码+特殊成分编码+工程性质次亚层编码”的形式进行了标准化编码。将雄安新区100 m以浅地层自上而下划分为18个主层,其中冲洪积层及冲湖积层、5个钙质结核层是具有典型特征的标志层,可作为地层划分的重要依据,并根据颗粒粗细对各主层内的亚层进行了分层。雄安新区100 m深度范围内地层序列划分标准的建立,可为勘察单位在雄安新区规范、标准地开展工程地质工作提供借鉴,同时也可满足政府部门对工程地质数据的有效管理与精准服务的需求。

关键词:序列划分;标准地层;标准化编码;标志层;雄安新区

中图分类号:P539.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2023)09-1494-11

Du Y N, Zhu H Y, Zhang X, Gong X, Yan X R, Ma Z, Dong T. Research on sequence division of geotechnical standard strata in Xiong'an New Area. *Geological Bulletin of China*, 2023, 42(9): 1494-1504

Abstract: In order to unify the stratigraphic sequence division standard, realize the warehousing, mutual transfer and comprehensive utilization analysis of the engineering survey data of Xiong'an New Area, the paper has uniformly divided the strata within 100 m depth of Xiong'an New Area on the basis of collecting a large number of engineering survey data and comprehensively considering the geological age, geological origin, sedimentary sequence, formation lithology, physical and mechanical properties and other factors. The standard stratum is standardized in the form of "main layer code + lithologic sub layer code + special component code + engineering sub sub layer code". The shallow stratum 100 m above Xiong'an New Area is divided into 18 main layers from top to bottom, of which the alluvial diluvium, alluvial lacustrine deposit and five calcareous nodule layers are typical marker layers, and the sub layers in each main layer are layered according to the particle size. The establishment of stratum division standards within 100 m depth of Xiong'an New Area can provide

收稿日期:2022-06-02;修订日期:2022-09-23

资助项目:福建省自然科学基金项目(编号:2023J01939)和福建理工大学科研发展基金(编号:GY-Z17157)

作者简介:杜亚楠(1993-),男,博士,高级工程师,从事岩土工程勘察工作。E-mail:1158447097@qq.com

*通信作者:李传金(1982-),男,博士,副教授,从事微动勘探研究。E-mail:licj04@126.com

reference for the exploration units to carry out engineering geological work in Xiong'an New Area in a standardized and standard manner, and can also meet the needs of government departments to achieve effective management and accurate service of engineering geological data.

Key words: sequence division; standard stratum; standardized coding; marker layer; Xiong' an New Area

当前,雄安新区已进入承接北京非首都功能疏解和建设同步推进的重要阶段,伴随着雄安新区大规模开发建设,产生了大量支撑新区规划的区域地质勘查和工程建设的工程勘察基础地质数据(程光华等,2018;林良俊等,2020)。但一方面由于雄安新区的地层以河流和湖泊沉积为主,沉积环境不同且各区域地质条件有别,相比海相沉积地层为主的地区,相应的序列划分更复杂(郝爱民等,2018;韩博等,2020;林良俊等,2021;马震等,2021;2022)。另一方面由于雄安新区尚未统一地层序列划分标准,且各相关单位对雄安新区地质条件的认识存在差异,造成区域勘查、工程勘察项目的岩土序列划分标准不一致,制约了工程勘察数据入库、互相调用和综合利用分析,不利于高效支撑雄安新区规划建设工作。

天津市(周玉明等,2016)、济南市(仝霄金等,2016)、青岛市(邵万强等,2006)等均基于当地的基础地质数据,建立了当地的标准地层划分规则。其中,天津市以年代成因层为基本框架,综合考虑了土层埋深、厚度及物理力学性质,将天津市市区0~200 m的地基土层划分为16个成因标准层及48个岩性标准层;济南市按照“年代-成因-岩性”轴线,基于以往积累的勘查大数据,将济南市市区地层自上而下划分了17个层组和40个主层;青岛市综合运用沉积学、岩石学和地层学理论,进行了地层单元划分,共划分14个层级的地层层组。这些地层划分研究都是基于当地的工程地质条件和大量工程实践积累而开展的,具有很强的地方局限性,同时国家相关勘察技术标准并未对地层划分标准做统一要求。

前期,中国地质调查局大力服务雄安新区完成了支撑雄安新区 1770 km²总体规划的区域地质调查工作(林良俊等,2017),布设了覆盖雄安新区全域的钻孔,一般建设片区钻孔间距 3~4 km,重点建设片区钻孔间距 0.5~1 km,积累了大量孔深在 100 m 左右的钻孔地层、土工试验及相关原位测试数据,为开展雄安新区岩土标准地层序列划分奠定了坚实的数据基础。

为建立雄安新区建设工程影响深度范围内

(100 m 以浅)地层划分标准及序列编码规则,推动建设工程地质数据的规范化、标准化,实现工程勘察数据入库和共享应用,结合前期积累的大量工程地质数据,笔者开展了雄安新区岩土标准地层序列划分研究。以地质年代、地质成因、沉积序列、地层岩性、物理力学性质等作为主要依据,对雄安新区 100 m 深度范围的地层进行了统一划分、标准化序列编码等,形成了雄安新区 100 m 以浅岩土标准化分层体系。

1 雄安新区地质概况

1.1 地层岩性

雄安新区受喜马拉雅运动影响,形成明显的下陷盆地,其基底呈隆起与坳陷相间的构造格局(图1),控制着新生界沉积物的分布与发育(于长春等,2017)。雄安新区附近地层系统自上而下分别为第四系(歧口组、高湾组、杨家寺组、欧庄组、杨柳青组、固安组)、新近系(明化镇组)、古近系、蓟县系(何登发等,2018;高鹏举等,2021;王凯等,2021;李红梅等,2022;汪新伟等,2023)。第四系主要由粘性土、粉土及砂土组成,层厚348~437 m(刘立军等,2010;马岩等,2022;苏永军等,2023)。新近系主

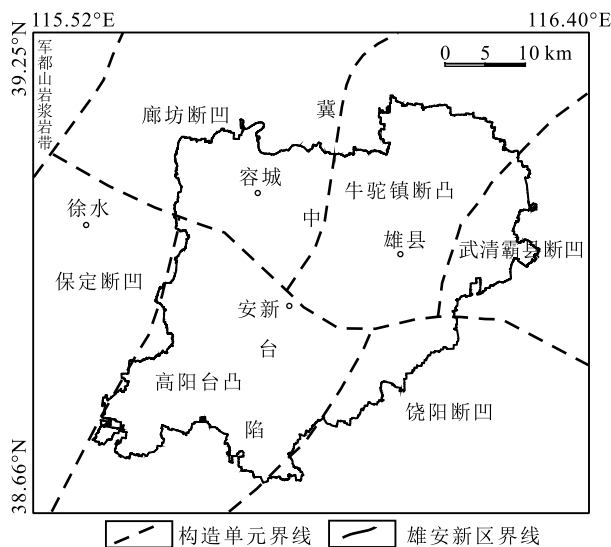


图 1 雄安新区构造单元分区图

Fig. 1 Structural unit zoning map of Xiong'an New Area

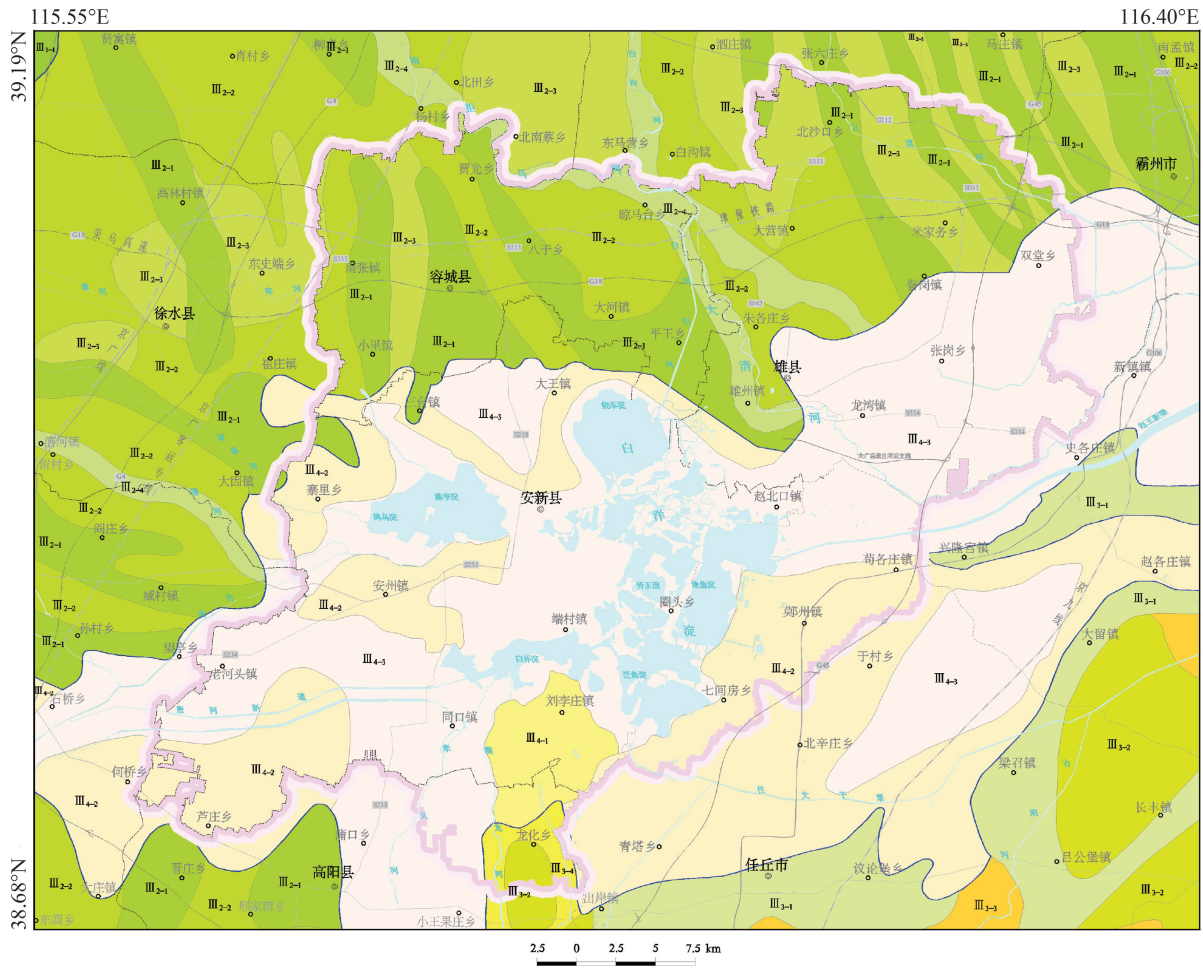
要由砂质粘土、砂组成,层厚 315~627 m。古近系主要由砂岩、泥岩、页岩等组成。蓟县系主要由厚层白云岩、砂岩组成(商世杰等,2019)。

1.2 地形地貌单元分区

雄安新区位于太行山东麓冲洪积平原前缘地带,属堆积平原地貌。根据已有资料分析,以地貌

特征(图 2)为基础,并考虑岩土体物质来源、工程地质层组特征、地下水埋藏条件等因素,可简单划分为冲洪积平原区(Ⅰ区)和冲湖积平原区(Ⅱ区)(马震等,2021),具体分区情况详见图 3。

冲洪积平原区(Ⅰ区):分布于雄安新区北部,主要包括容城县大部分、安新县北部边缘地带和雄



一、地貌形态成因类型分区

Ⅲ₁ 老冲洪积平原亚区

Ⅲ₁₋₁ 倾斜地小区

Ⅲ₂ 新冲洪积平原亚区

Ⅲ₂₋₁ 故河道高地或微高地小区

Ⅲ₂₋₂ 扇上平地或缓斜地小区

Ⅲ₂₋₃ 扇上或扇间洼地小区

Ⅲ₂₋₄ 河漫滩地小区

Ⅲ₃ 冲积平原亚区

Ⅲ₃₋₁ 故河道高地或微高地小区

Ⅲ₃₋₂ 泛滥坡平地小区

Ⅲ₃₋₃ 泛滥洼地小区

Ⅲ₃₋₄ 河漫滩地小区

Ⅲ₄ 冲湖积平原亚区

Ⅲ₄₋₁ 入湖河口三角洲小区

Ⅲ₄₋₂ 平地小区

Ⅲ₄₋₃ 洼地小区

二、其他

地貌亚区界线

地貌小区界线

图 2 雄安新区地貌详图

Fig. 2 Detailed geomorphic drawing of Xiong'an New Area

县北半部分。上部为近代河流冲积层或扇前洼地堆积物,下伏冲洪积层。地势相对平缓,地面高程7~23 m,地面坡降1‰~2‰,北部及西部坡降较大,而南部及东部坡降较小,地层岩性以粘性土、粉土、砂土为主,10 m以下没有明显的软土层。

冲湖积平原区(Ⅱ区):分布于雄安新区中部和南部,主要包括安新县大部分、容城县南部边缘地带和雄县南半部分。由湖沼沉积形成,地势较低,地面高程多在5~10 m,在白洋淀等局部地区地面高程低于5 m,地面坡降0.2‰~0.7‰。地层岩性以粘性土、粉土、砂土为主,白洋淀附近浅层分布有软土层,其他地段10 m以下深度范围内没有明显的软土层。

2 标准地层划分依据及编码规则

2.1 划分依据

雄安新区100 m深度范围内的土层按地质年代划分为全新统(Q_h)、下更新统(Q_p^3)、中更新统(Q_p^2)及上更新统(Q_p^1)(马震等,2019)。按地质成因分为冲洪积土及冲湖积土。标准地层划分依据如下。

(1)在地层年代及地质成因研究的基础上划分标准地层,一般情况下分层不宜随意跨越和混淆地质年代和地质成因。

(2)各成因层、主层应遵循自上而下的顺序关系。

(3)各主层内的亚层按颗粒粗细进行分层,同一亚层内,分布有物理力学性质差异较大的土层时,可根据物理学及相关测试指标(如孔隙比、压缩模量、抗剪强度、标准贯入击数等)进一步划分次亚层。

(4)宜选择标志层所在的层组作为主层的主要岩性。

(5)土层的分类与命名按《岩土工程勘察规范》GB50021—2001(2009年版)执行。

2.2 编码规则

(1)按沉积顺序划分出各主层并编码,划分为①②……共18个主层。其中:①层为人工填土层;②~③层为新近沉积土层;④层及以上为一般沉积土层。

(2)考虑砂土层的成因及其工程影响,为避免划分过多的亚层,对砂土分层按岩性进行了合并,

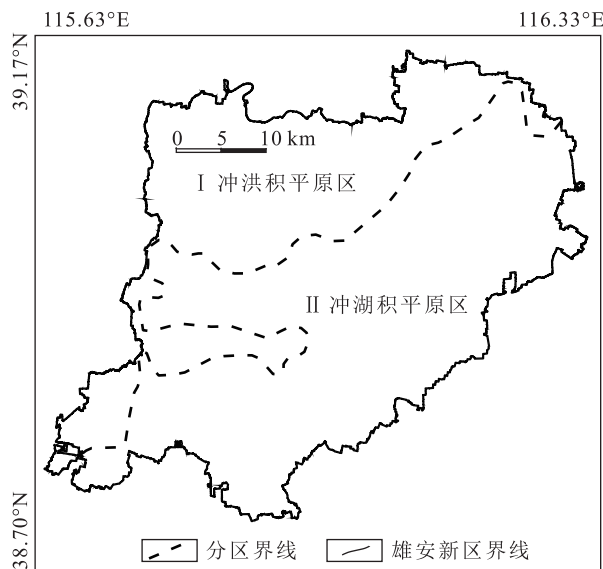


图3 雄安新区地形地貌单元分区示意图

Fig. 3 Topographic and geomorphic unit zoning diagram of Xiong'an New Area

即粉砂、细砂合并为粉细砂,细砂、中砂合并为细中砂,中砂、粗砂合并为中粗砂。

(3)各主层内的亚层按土层颗粒由细到粗进行编码,即:1—粘土、2—粉质粘土、3—粉土、4—粉细砂、5—细中砂、6—中粗砂、7—砾砂、8—圆砾、9—卵石。

(4)当出现含特殊成分的土层时,在主层编码或亚层编码后冠以字母表示。

①人工填土按成分划分为杂填土、素填土两类。杂填土不分岩性亚层,在岩性主层编码后冠以字母“a”表示,即①_a为杂填土;素填土应按主要岩性划分亚层,并在岩性亚层后冠以字母“b”表示,如①_{ib}为粘土素填土,①_{2b}为粉质粘土素填土,①_{3b}为粉土素填土。②淤泥不分岩性亚层,在主层编码后冠以字母“c”表示;如③_c为淤泥;淤泥质土应按岩性划分亚层,并在岩性亚层编码后冠以字母“d”表示,如③_{id}为淤泥质粘土。③泥炭不分岩性亚层,在主层编码后冠以字母“e”表示,如③_e为泥炭;泥炭质土应按岩性划分亚层,并在岩性亚层编码后冠以字母“f”表示,如③_{if}为泥炭质粘土;有机质土应按岩性划分亚层,并在岩性亚层编码后冠以字母“g”表示,如③_{ig}为有机质粘土。

(5)标准层编码采用“主层编码+岩性亚层编码+特殊成分编码+工程性质次亚层编码”的形式(图4)。

主层编码	岩性亚层编码	特殊成分编码	工程性质次亚层编码
			用阿拉伯数字1、2.....,以下角标表示
			人工填土、淤泥质土、有机质土等用字母a、b.....,以下角标表示
			不同岩性(粘土、粉质粘土、粉土、粉细砂、细中砂、中粗砂、砾砂、圆砾、卵石)
			按颗粒由细到粗用阿拉伯数字1-9,以下角标表示
			按照沉积顺序用序号①、②、③.....表示

图4 雄安新区标准层编码形式示意图

Fig. 4 Code form of standard strata in Xiong'an New Area

3 标准地层序列划分

雄安新区100 m深度范围内地层自上而下可划分为18个主层,其中第③层在Ⅰ区缺失,Ⅱ区局部缺失,其他主层普遍分布,标准地层的地质年代、成因、岩性定名、编码、一般层底埋深、层底标高及厚度参见表1,表中给出了各个主层中的主要岩性。典型钻孔岩性结构如图5、图6所示。

4 重要标志层

雄安新区新近冲洪积层及冲湖积层、5个钙质结核层是具有典型特征的标志层,可作为地层划分的重要依据。

4.1 新近冲洪积②₂层

整体全域分布,白洋淀淀区及周边地区缺失。主要以粉质粘土②₂层及粉土②₃层为主。粉质粘土②₂层一般厚度0.7~3.5 m,单层最大层厚7.6 m,褐黄色、灰黄色为主,土质不均匀,稍有光泽,干强度、韧性中等。上段为氧化环境,下段为弱还原环境。粉土②₃层,一般厚度0.9~4.7 m,单层最大层厚6.0 m,褐黄色、灰黄色,稍密—中密,土质不均匀,摇振反应中等,无光泽反应,干强度、韧性低,局部夹粉质粘土薄层。粘土②₁层局部零星分布。软塑—可塑,土质不均匀,有光泽,干强度、韧性高。第②大层的层底标高及层厚等值线见图7。

4.2 新近冲湖积③₂层

新近冲湖积③₂层在冲洪积平原区(Ⅰ区)整体缺失,仅在冲湖积平原区(Ⅱ区)分布。主要以粉质粘土③₂层为主。一般厚度0.8~4 m,单层最大层厚7.4 m,灰黑色、黑色为主,整体为还原环境。土质不均匀,稍有光泽,干强度、韧性中等,孔隙较发育。在白洋淀淀区及周边分布淤泥质粘土③_{1d}层。

4.3 典型钙质结核层

雄安新区地层发育的5个典型钙质结核层可作为地层划分的重要标志层。

(1)第一个钙核标志层:以粉质粘土⑤₂层为主岩性的第⑤₂层,全域分布,局部缺失,层内钙质结核层可作为地层划分标志层。一般厚2.6~9.1 m,单层最大层厚13.8 m,以褐黄色、灰色为主。该层上段为氧化环境,发育钙质结核,钙核细小,粒径0.2~2.0 cm,下段为弱氧化环境,发育钙核、锈染。

(2)第二个钙核标志层:以粉质粘土⑦₂层为主的第⑦₂层,在新区分布基本连续。一般厚度为1.8~8.2 m,单层最大层厚13.2 m,黄褐色、灰色为主,土质不均匀,刀切面光滑,稍有光泽,干强度、韧性中等。上段为弱氧化环境,存在轻度锈染;中段为弱还原环境;下段为弱氧化环境,发育钙核、锈染。第⑦₂层的层底标高及层厚等值线图见图8。

(3)第三个钙核标志层:以粉质粘土⑨₂层为主的第⑨₂层,在新区分布连续。一般厚度2.9~11.1 m,单层最大层厚16.8 m,灰黄色、淡黄色为主,土质不均匀,刀切面光滑,稍有光泽,干强度、韧性中等。上段为弱还原环境,存在轻度钙核和锈染;中段为氧化环境,发育锈染;下段为弱还原环境,发育钙核和锈染。

(4)第四个钙核标志层:以粉质粘土⑪₂层为主的第⑪₂层,在新区分布连续。一般厚度为1.2~7.9 m,单层最大层厚12.7 m,黄褐、灰褐、灰色为主,土质不均匀,夹粉土薄层,刀切面光滑,稍有光泽,干强度、韧性中等。上段为氧化环境,发育锈染潜育化;中段为弱还原环境,发育有钙核;下段为强氧化环境。

(5)第五个钙核标志层:以粉质粘土⑬₂层为主的第⑬₂层,在新区分布连续。一般厚度为2.6~10.3 m,单层最大层厚12.6 m,黄褐色、灰色为主,刀切面光滑,稍有光泽,干强度、韧性中等。上段为弱氧化环境,存在轻度钙核;下段为氧化环境,该层普遍缺失。

5 对工程建设有影响的土层

5.1 不良土层

雄安新区内对工程建设有影响的不良土层包括人工堆积土、新近沉积土、软土、液化土等。

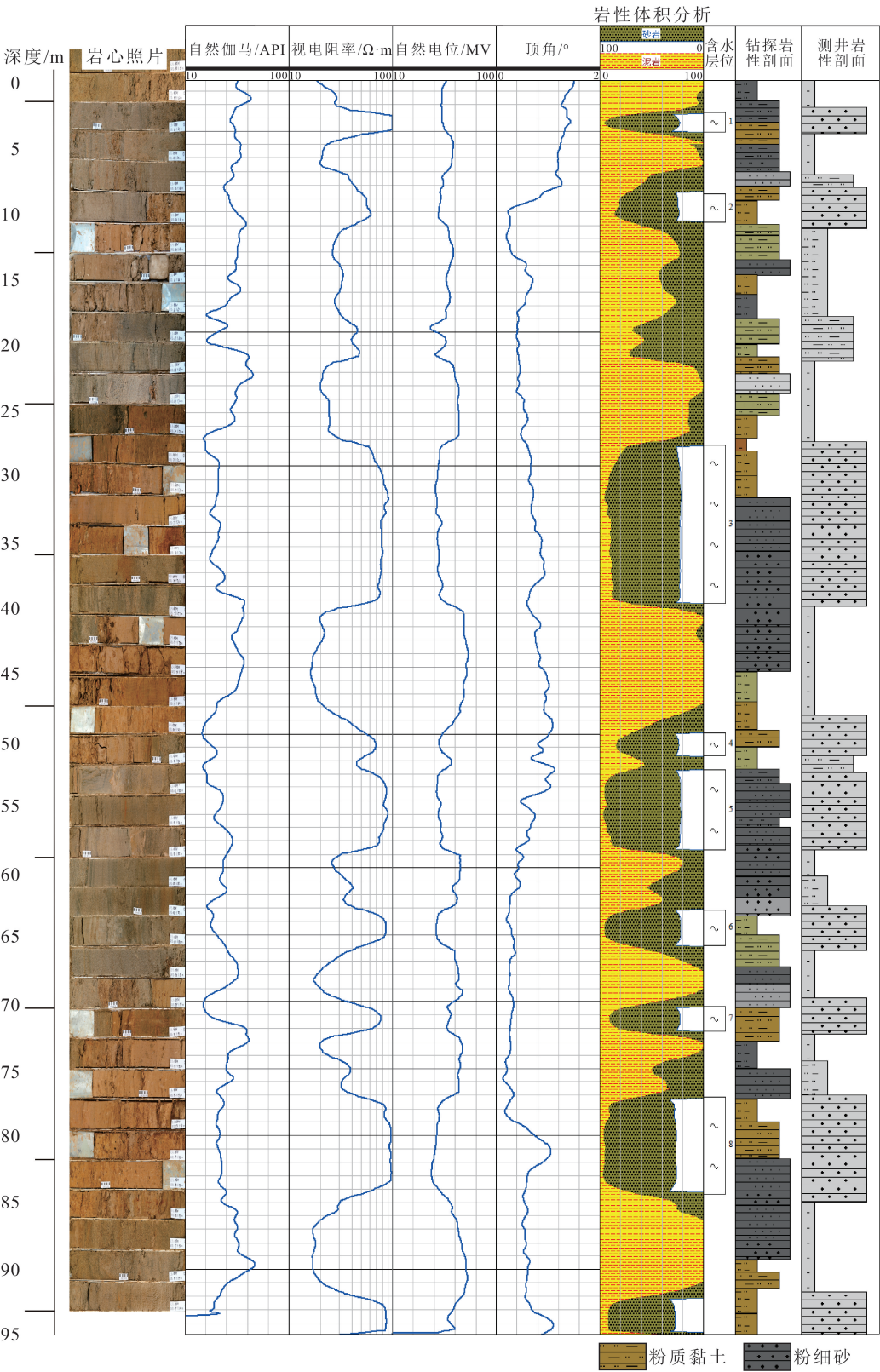


图 5 冲洪积平原典型钻孔岩性结构图
Fig. 5 Lithologic structure of typical boreholes in alluvial proluvial plain

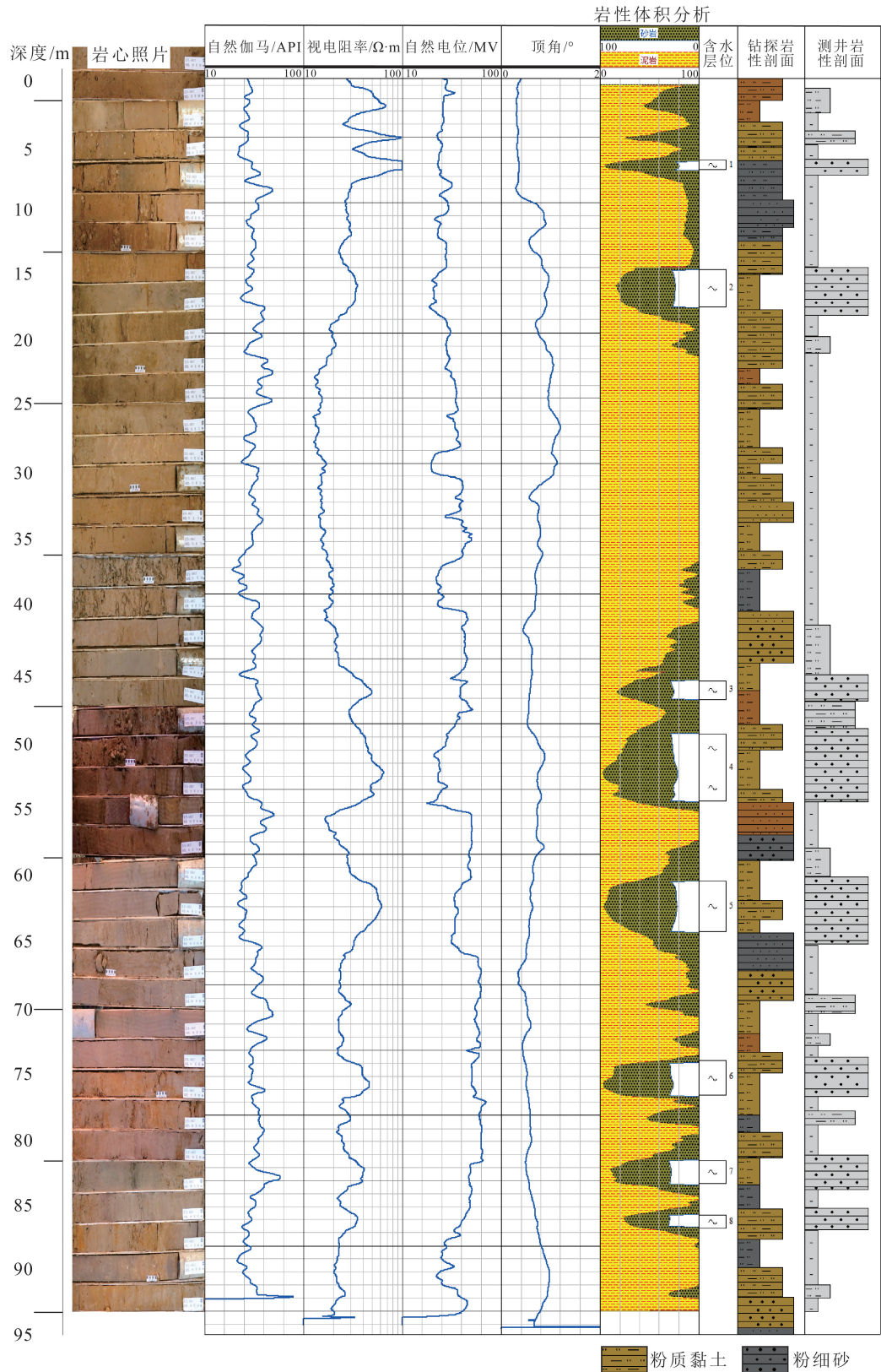


图 6 冲湖积平原典型钻孔岩性结构图

Fig. 6 Lithologic structure of typical boreholes in alluvial lacustrine plain

表 1 雄安新区 100 m 以浅标准地层划分
Table 1 Division of shallow standard strata within 100 m in Xiong'an New Area

地质年代	层组序号	成因	序列	主层岩性	一般层底埋深/m (层底标高)		一般层厚 /m	
地形地貌单元分区					I	II	I	II
全新世 Q _h	①	人工堆积层	① _{3b}	粉土素填土	/	/	/	/
	②	新近冲洪积层	② ₂	粉质粘土	3.9~6.4	3.1~6.5	3.2~6.0	2.0~6.0
			② ₃	粉土	(0.6~6.8)	(0.6~4.3)		
	③	新近冲湖积层	③ ₂	粉质粘土	/	5.4~11.0 (-3.7~2.2)	/	1.1~6.0
	④	一般沉积层	④ ₂	粉质粘土	10.8~14.6	9.6~15.0	5.3~10.0	1.8~7.8
④ ₃			粉土	(-7.6~-0.6)	(-8.3~-2.3)			
晚更新世 Q _p ³	⑤	冲洪积层	⑤ ₂	粉质粘土	22.4~28.3	21.5~28.3	9.7~16.0	8.3~16.3
			⑤ ₃	粉土	(-21.0~-12.7)	(-21.0~-14.2)		
	⑥	冲洪积层	⑥ ₄	粉细砂	24.3~31.0 (-23.5~-14.5)	23.4~29.8 (-22.4~-16.3)	0.9~5.8	0.8~4.9
			⑦	冲洪积层	⑦ ₂	粉质粘土	30.9~39.1	30.2~37.0
	⑦ ₃	粉土			(-31.9~-21.3)	(-30.1~-22.6)		
	⑧	冲洪积层	⑧ ₄	粉细砂	33.9~42.7 (-35.3~-24.4)	32.5~41.0 (-33.3~-25.0)	0.9~6.9	1.0~7.4
			⑨	冲洪积层	⑨ ₂	粉质粘土	42.1~49.5 (-42.0~-33.2)	43.0~49.5 (-42.3~-35.3)
	⑩	冲洪积层			⑩ ₄	粉细砂	45.6~50.5 (-43.7~-35.8)	45.4~50.6 (-43.6~-37.8)
			⑪	冲洪积层	⑪ ₂	粉质粘土	50.0~57.6 (-49.9~-40.2)	50.2~57.8 (-51.1~-42.6)
	中更新世 Q _p ²	⑫	冲洪积层	⑫ ₂	粉质粘土	60.8~68.5 (-60.4~-50.8)	61.3~68.8 (-61.5~-54.2)	3.9~12.3
⑬		冲洪积层	⑬ ₄	粉细砂	63.6~71.4 (-63.5~-53.8)	63.8~72.0 (-64.7~-56.0)	1.1~7.2	1.0~6.6
⑭		冲洪积层	⑭ ₂	粉质粘土	70.8~78.6 (-70.9~-61.1)	70.7~78.8 (-71.9~-63.0)	3.7~11.9	3.1~11.7
⑮		冲洪积层	⑮ ₄	粉细砂	74.0~81.3 (-73.3~-63.5)	74.1~81.1 (-74.3~-66.1)	1.0~5.9	1.0~6.8
早更新世 Q _p ¹	⑯	冲洪积层	⑯ ₂	粉质粘土	83.0~90.9 (-83.2~-73.1)	84.7~91.2 (-84.4~-76.6)	5.0~14.7	5.8~14.6
	⑰	冲洪积层	⑰ ₄	粉细砂	87.6~94.5 (-86.8~-77.7)	87.2~94.5 (-87.3~-79.8)	1.3~8.5	1.0~7.0
	⑱	冲洪积层	⑱ ₂	粉质粘土	/	/	5.7~13.5	6.0~13.1

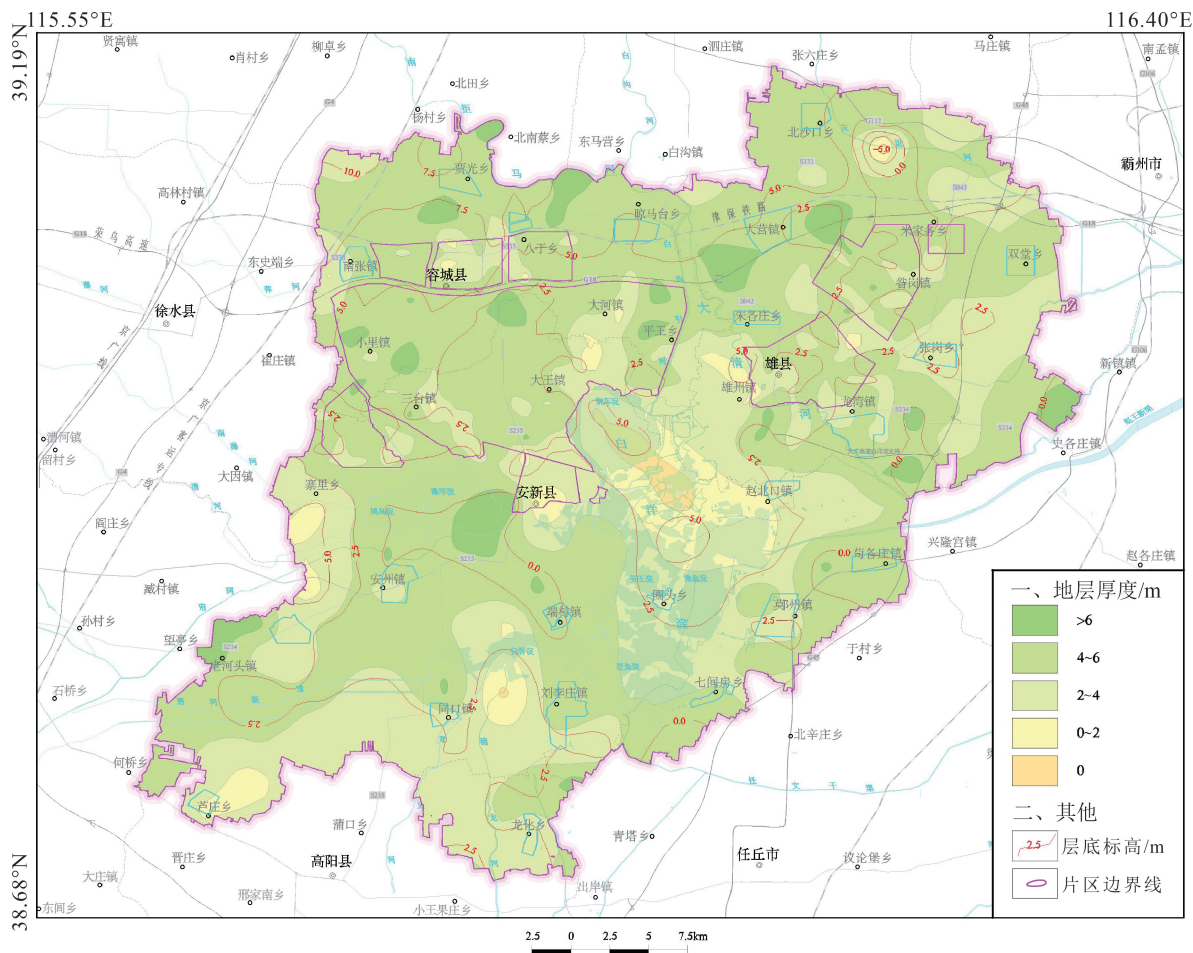


图7 雄安新区第二主层层底标高及层厚等值线

Fig. 7 Contour map of bottom elevation and layer thickness of the second main layer in Xiong'an New Area

(1)人工堆积土遍布全区,以粉质粘土素填土和粉土素填土为主,厚度差异较大,一般厚1~3 m,局部城镇、村庄周边,已回填的坑塘部位厚度大于5 m,最大超过10 m。一般土质不均,强度低、压缩性高、工程性质较差。

(2)新近沉积土在地形地貌单元Ⅰ区和Ⅱ区内均有分布,为冲洪积形成的第②主层及冲湖积形成的第③主层。新近沉积土层堆积时间短,压缩性较高,一般工程性质较差。

(3)软土岩性以冲湖积的淤泥质土为主,分布于地形地貌单元Ⅱ区内的张岗乡—雄县县城以东、郑州市、刘李庄镇、安州镇西部及安新县县城西部地带,面积193 km²,占雄安新区总面积的10.9%左右,具体分布位置见图9。

(4)粉细砂、粉土液化判别除与自身地质年代、

密实性、粘粒含量相关外,还与判别水位的选取密切相关。当液化判别水位按历史高水位(接近自然地面)、地震烈度按8度考虑时,新近沉积的粉土及粉细砂为可液化土层,一般为轻微液化,局部为中等液化。

5.2 良好地基持力层

(1)对于不设地下室的浅埋建筑基础和浅埋地下管线,直接地基持力层一般为新近冲洪积土第②主层或冲湖积土第③主层。设地下室的深埋建筑基础和深埋地下管线、综合管廊,直接地基持力层一般为第④⑤层,天然地基方案一般可满足荷载较小建筑的需要,可液化土层、淤泥质土层不宜作为天然地基持力层。

(2)第⑥⑧⑩主层以粉细砂为主,粉细砂层分布基本连续,密实,压缩性低,力学性质好,其中粉

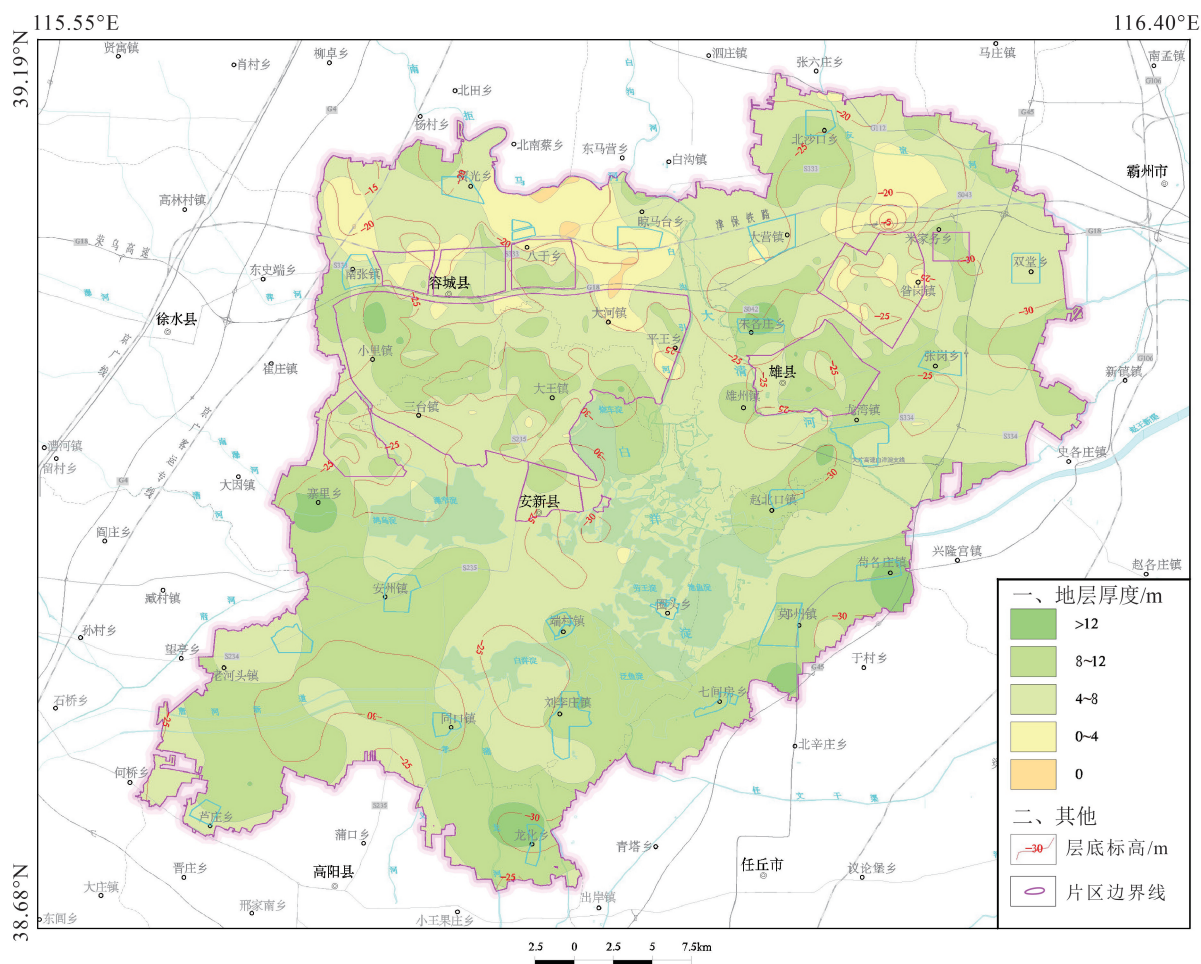


图 8 雄安新区第七主层层底标高及层厚等值线图

Fig. 8 Contour map of bottom elevation and layer thickness of the seventh main layer in Xiong'an New Area

细砂⑥₄层及粉细砂⑧₄层一般为良好的复合地基桩端持力层,粉细砂⑧₄层及粉细砂⑩₄层一般为良好的桩基础桩端持力层。

6 结 论

(1)以地质年代、地质成因、沉积序列、地层岩性、物理力学性质等为主要依据,对雄安新区 100 m 深度范围的地层进行了①~⑱层组标准地层的划分,通过对大量地质勘察资料的分析,给出了各标准层的层底埋深、厚层、土层特征和分布状况,定性评价了雄安新区对工程建设有影响的不良土层及良好的地基持力层。

(2)雄安新区标准地层的建立可为相关地勘单位在雄安新区开展工程地质工作提供地层划分的依据,促使不同单位在雄安新区规范化、标准化地开展工程地质工作,也便于实现勘察数据的统一汇

交,将分散的勘察数据汇总到雄安新区的三维勘察大数据库,满足城市规划建设管理部门、城市运维管理部门、勘察单位等对勘察数据共享应用服务的需求,从而满足对工程地质数据的有效管理与精准服务。

(3)与海相沉积地层为主的地区相比,雄安新区的地层序列划分更复杂,鉴于目前积累的地质勘察资料有限,各标准层的划分精度仍有待提高,未来随着雄安新区勘察资料的持续积累,研究仍需进一步完善。

参考文献

程光华,杨洋,赵牧华,等.新时代城市地质工作战略思考[J].地质论评,2018,64(6):1438-1446.

高鹏举,董向宇,马峰等.雄安新区 D15 地热勘探井钻探施工技术[J]. 钻探工程,2021,48(3): 106-112.

郝爱兵,吴爱民,马震,等.雄安新区地上地下工程建设适宜性一体化

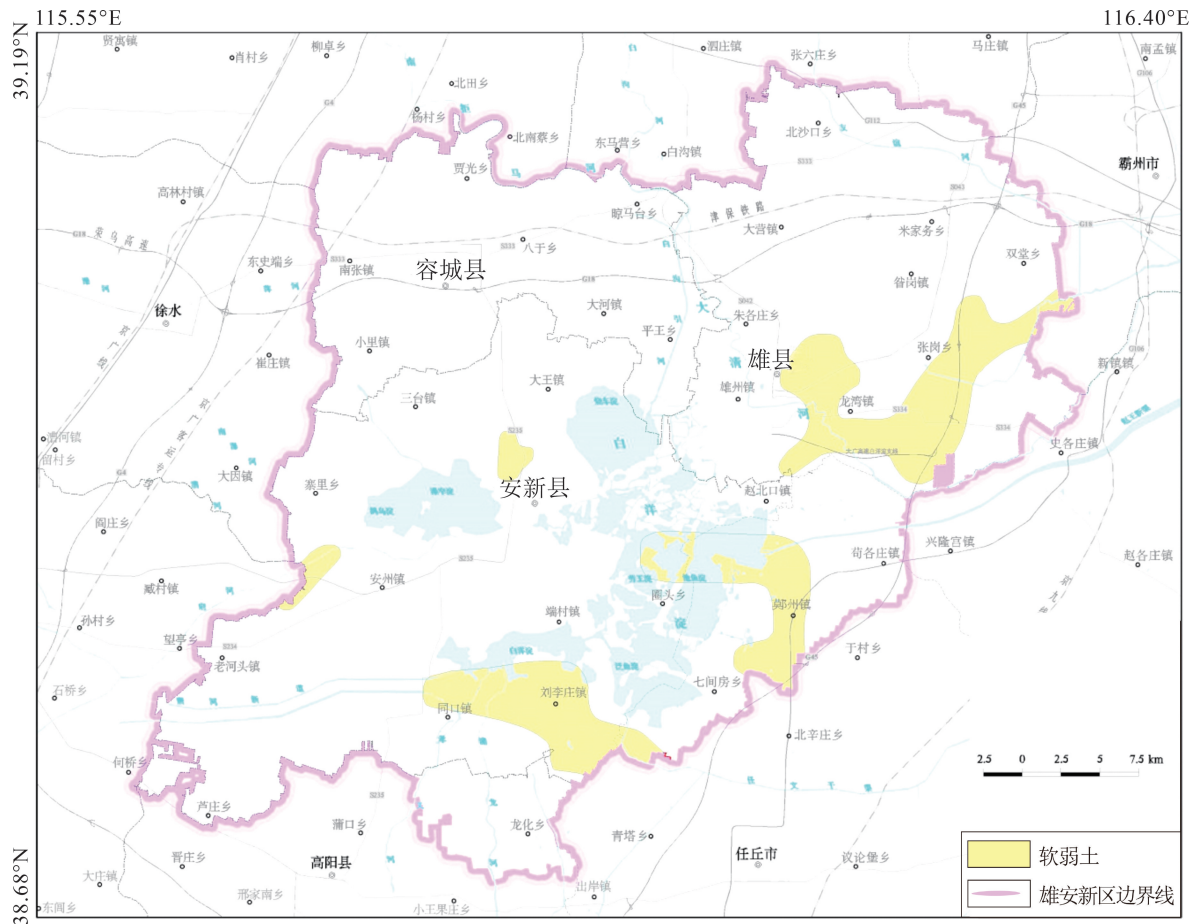


图9 雄安新区软土分布图

Fig. 9 Distribution map of soft soil in Xiong'an New Area

评价[J].地球学报,2018,39(5):513-522.

韩博,夏雨波,裴艳东,等.雄安新区地下空间工程地质特征及环境地质效应[J].工程勘察,2020,48(3):1-8.

何登发,单帅强,张煜嫄,等.雄安新区的三维地质结构:来自反射地震资料的约束[J].中国科学,2018,48(9):1207-1222.

李红梅,王雷浩,殷邈.雄安新区D21地热勘探井钻探施工技术及成果[J].钻探工程,2022,49(3):29-36.

林良俊,胡秋韵.雄安新区地质调查锁定八项重点工作[J].资源与产业,2017,19(4):5.

林良俊,马震,郭旭,等.城市地质学基础理论探讨[J].中国地质,2020,47(6):1668-1676.

林良俊,韩博,马震,等.雄安多要素城市地质标准体系研究[J].水文地质工程地质,2021,48(2):152-156.

刘立军,徐海振,崔秋苹,等.河北平原第四纪地层划分研究[J].地理与地理信息科学,2010,26(2):54-57.

马岩,李洪强,张杰,等.雄安新区城市地下空间探测技术研究[J].地球学报,2020,41(4):8.

马震,夏雨波,王小丹,等.雄安新区工程地质勘查数据集成与三维地质结构模型构建[J].中国地质,2019,46(S2):123-129.

马震,夏雨波,李海涛,等.雄安新区自然资源与环境-生态地质条件

分析[J].中国地质,2021,48(3):677-696.

马震,黄庆彬,林良俊,等.雄安新区多要素城市地质调查实践与应用[J].华北地质,2022,45(1):58-68.

商世杰,丰成君,谭成轩,等.雄安新区附近主要隐伏断裂第四纪活动性研究[J].地球学报,2019,40(6):836-846.

邵万强,陆晓燕,张敬志.青岛市市区第四系序列的划分[J].海洋地质动态,2006,(1):5-8,43.

苏永军,曹占宇,赵更新,等.高密度电阻率法在雄安新区浅表古河道精细化探测中的应用研究[J].物探与化探,2023,47(1):7.

全霄金,程爱华,樊祜传.济南市市区标准地层划分研究[J].城市勘测,2016,(2):165-171.

王凯,张杰,白大为,等.雄安新区地热地质模型探究:来自地球物理的证据[J].中国地质,2021,48(5):1453-1468.

汪新伟,郭世炎,高楠安,等.雄安新区牛东断裂带碳酸盐岩热储探测及其对地热勘探的启示[J].地质通报,2023,42(1):14-26.

于长春,乔日新,张迪硕.雄安新区航磁推断的三维基底构造特征[J].物探与化探,2017,41(3):385-391.

周玉明,郭进京,温伟光,等.天津市滨海新区地基土类型及工程地质分区研究[J].地质调查与研究,2016,39(4):293-299.