

北京市

单青生 张长敏 蔡向民 闫广新
(北京市地质调查院)

1 概况

“九五”以来，北京市的区调地质工作转到为首都经济建设服务的方向上，北京地勘局所属基层单位在开展平原第四系覆盖区 1:5 万区调工作的同时，在为首都经济建设服务方面，开展了积极的探索，做了不少的工作。

“九五”期间，北京市 1:5 万区调工作紧紧围绕北京市地质矿产局下达的任务而展开，除继续按照三个指南的新方法体系开展工作外，在完成区调填图工作的同时，还紧密结合工作区经济和社会发展要求，根据不同地区的不同层次的需求开展了不同的专项或专题调查。在新的理论指导下，依据中国地质调查局颁布的 1:5 万区域地质调查总则、指南及相关国标，运用先进的“3S”技术设备，先后共完成 12 幅（表 1）的调查填图，即将覆盖全市国土面积。调查面积共约 4800 km²，圆满地完成了任务书的要求，较好地解决了一些重要地质问题，成果均被评审为优秀级。初步实现了我局地质工作由山区转向平原的战略目标。

表 1 北京市“九五”期间 1:5 万区域地质调查情况一览表

序号	图名	图号	面积 km ²	承担单位	项目起止 时间	经费 万元	完成情况	出版情况	归档情况	备注
1	顺义幅	K50E024011	400	北京市地质研究所	1998~2000	99	完成	正在出版	已归档	
2	杨镇幅	K50E024012	400	北京市地质研究所	1998~2000	99	完成	正在出版	已归档	
3	靳家堡幅	K50E021008	400	北京市地质研究所	1996~1998	68	完成	正在出版	已归档	
4	延庆幅	K50E022008	400	北京市地质研究所	1996~1998	68	完成	正在出版	已归档	
5	杨木栅子-喇叭沟门幅	K50E019010~11	400	北京市地质调查所	1996~1999	105	完成	已出版		
6	白河堡幅	K50E020010	400	北京市地质调查所	1996~1999	105	完成	已出版		
7	长沟幅	J50E002008	400	北京市地质调查所	2000~	80	正在进行			
8	沙河幅	K50E024010	400	北京市地质调查所	2000~	80	正在进行			
9	大兴幅	J50E002010	400	北京市地质调查所	1997~2001	120	完成	尚未出版	未归档	
10	马驹桥幅	J50E002011	400	北京市地质调查所	1997~2001	120	完成	尚未出版	未归档	
11	香河幅	J50E002012	400	北京市地质调查所	1997~2001	120	完成	尚未出版	未归档	
12	庞各庄幅	J50E003010	400	北京市地质调查所	1997~2001	120	完成	尚未出版	未归档	

2 地层古生物

2.1 靳家堡幅和延庆幅

靳家堡幅和延庆幅以山地为主 其中延庆幅有 200 多平方千米的山间盆地型第四纪沉积。通过工作在以下几个方面取得了较显著的成绩。

(1) 发现区内有元古宇常州沟组、串岭沟组、团山子组、大红峪组、高于庄组、杨庄组、雾迷山组, 侏罗系髫髻山组、后城组, 白垩系东岭台组, 第四系下更新统(湖相)、中更新统(冲积相、洪积相、湖积相)、上更新统(洪积物相和冲积相)。全新统(包括冲积相、湖沼相、冲积相)。首次对中元古界进行了组段划分(如杨庄组的确定, 常州沟组和雾迷山组的分段)、区域对比, 对地层形成的古环境与演化进行了初步探讨, 认为本区在中元古代时期处于滨海、浅海环境。

(2) 结合测区内地层出露情况, 详细测制了各时代地层剖面并对各个时代地层进行了沉积地层学、岩石地层学及成因地层学的综合研究, 对延庆盆地第四纪地层还重点进行了生物地层学、气候地层学、年代地层学研究, 首次发现并确定了测区出露有中更新统沉积。

为了恢复测区第四纪古植被、古气候, 推断古环境演变, 进而划分地层, 本次区调工作中对测区内 20 多个自然剖面的 60 多个孢粉样品进行分析, 获得了较丰富的孢粉化石, 自下而上划分了 6 个孢粉组合 它们是: *Pinus - Quercus - Compositae* 组合; *Pinus - Picea - Quercus - Typha* 组合; *Quercus - Ephedra - Compositae* 组合; *Pinus - Picea - Tilia - Betula - Pteris* 组合; ⑤ *Pinus - Quercus - Gramineae - Polypodiaceae* 组合; ⑥ *Pinus - Quercus - Tilia - Artemisia - Compositae* 组合。

根据上述孢粉组合及古环境演变的特点, 推断出了各个阶段的古植被特点: 中更新世晚期为针阔叶混交林-草原植被, 气候温凉偏干; 晚更新世早期为暗针叶林-草原植被, 气候寒冷; 晚期为灌丛草原植被及少量森林植被, 表明气候干冷。全新世早期为森林草原植被, 气候冷湿; 中期为针阔叶混交林-草原植被, 气候温凉潮湿, 后期为森林-草原, 气候温凉干燥。

结合前人资料, 本次工作还系统研究了第四系钻孔中的介形类化石, 将其划分为如下 8 个组合带, 其中下更新统为: ① *Ilyocypris - Candoniella - Leucocythere* 组合; *Leucocythere - Candona - Candoniella* 组合; ③ *Candoniella mirabilis - Ilyocypris - Leucocythere* 组合; ④ *Leucocythere - Ilyocypris - Candoniella - Candona* 组合; ⑤ *Candoniella albicans - Ilyocypris - Limnocythere* 组合。

中更新统为: *Candona - Candoniella - Limnocythere* 组合。

上更新统为: *Limnocythere - Ilyocypris* 组合。

全新统为: *Ilyocypris - Candona - Candoniella* 组合。

本次工作深入探讨了延庆盆地的形成发展历史, 就新构造运动对延庆盆地第四系沉积的控制和影响, 进行了较深入的研究。位于燕山深处的延庆盆地属延怀盆地东段, 在第四纪整个演化过程中, 比北京平原上升快、反复大, 沉积类型多, 情况复杂。它的生成主要

受方家冲—玉皇庙—黄柏寺和施庄—康庄—八里店两条北东向断裂控制。综合测区地貌、新构造运动和生物组合研究成果,认为延庆盆地自早更新世到全新世具如下发展特征:

早更新世时期:方家冲—玉皇庙—黄柏寺断裂活动加剧,断裂北盘抬升,南部凹陷,怀来—延庆湖基本形成,湖泊大致有永宁—四海向东出口和八达岭—南口向南两个出口。沉积物主要为灰—灰绿色砂质粘土、粘质砂土夹粉砂,水平层理发育,具典型的静水湖积特征;湖岸古植被繁茂,桦、松、榆、椴遍布全区,林下蕨类、水生植物繁盛,草本植物蒿、藜繁盛。古气候由早期的温暖偏干到晚期的寒冷潮湿、温凉干燥。湖泊中小型动物丰富,介形类组合特征表明,湖水具淡—微咸—淡的变化。此外,湖水转微咸时,咸水介形类与通常为海相的有孔虫(山西外旋九字虫)同时出现,推测当时(古地磁年龄 230 万~238 万年)盆地可能遭受一次海泛,怀来—延庆湖盆曾与北京平原早更新世海盆一度相通,通道可能就是八达岭—南口的湖泊出口。

中更新世时期:本区构造处于时张时压的波动阶段,致使盆地时升时降。北京西山—军都山的抬升使八达岭分水岭形成,南流的古八达岭河倒流入湖盆,中更新世末期—晚更新世地壳抬升,河流下切,形成三级阶地和三级洪积台地。中更新世怀—延盆地中央仍以湖积为主,盆地南缘山麓有河流相冲积物及洪积棕红色粘砂质黄土(离石黄土)。孢粉组合特征反映古植被为针阔混交林—草原,气候温暖偏干。介形类组合仍以生活于淡水的玻璃介、小玻璃介为主,但适于微咸水的湖花介渐增多。

晚更新世时期:盆缘断裂仍以张性活动为主,裂谷盆地下沉速度减慢,周围山体抬升,湖水消失,东部黑汉岭抬升,形成分水岭,迫使古妫水河由向东流转为向西流。晚更新世晚期—全新世,地壳抬升形成二级阶地及二级洪积台地。晚更新世本区主要沉积了盆地中部的冲积物、盆地北缘的洪积物。孢粉组合特征反映古植被为早期的暗针叶林—草原到晚期的森林灌丛—草原,古气候早期寒冷干燥,晚期温凉干旱。介形类组合以湖花介为主,表明湖水趋于咸化,湖泊趋于消亡,河流相沉积逐渐发育。

全新世时期:盆地构造活动减弱,全新世中—晚期,地壳再次抬升,河流下切形成区内一级阶地。孢粉组合特征反映全新世早期古植被为针叶林—草原,气候冷凉潮湿;全新世中期为针阔混交林,气候温凉湿润,后期趋向干旱;全新世晚期古植被为森林—草原,气候温暖干旱。介形类组合以土星介、玻璃介为主,表明当时水体环境为淡水河溪。

参照《区域地质矿产调查图式图例》(1:5 万)中的地貌系统分级表,首次对延庆盆地第四纪地貌进行了详细划分。结合测区地貌特征,将区内地貌分为山间盆地平原区(I)和基岩山地(II)两个二级地貌单元,又根据地貌基本形态成因分类方案,详细划分测区内三级地貌单元和四级地貌单元。三级地貌单元为测区地貌基本形态,四级地貌单元为测区内的微地貌。

依据大量野外资料,结合邻区地质特征,较深入地研究了妫水河古河道变迁。古妫水河在早更新世—中更新世时期,作为延庆古湖的出水口,由西向东汇入白河,直到晚更新世,新构造运动使得新宝庄—黑汉岭一带抬升,形成新的分水岭,妫水河才改为由东向西流,汇入永定河。

(3)对中生代地层与火山岩,采用了双重填图及多学科、多手段综合调查研究方法,归纳总结了区内火山岩研究现状,对火山岩进行了综合命名,对岩相进行了系统鉴定与描述。本区火山岩属中生代燕山岩浆旋回,分属 3 个活动期,即:髻髻山期、后城期、东岭

台期。3期火山岩在成因上密切相关，是同一构造岩浆旋回在不同活动阶段的产物。各期火山岩分别受北东、北北东向断裂构造控制，因此区内火山岩总体上呈北东-北北东向展布。区内火山岩岩石类型有5类，包括熔岩类、碎屑熔岩类、熔结火山碎屑岩类、正常火山碎屑岩类及潜火山岩类，它们产出的构造环境均为活动大陆边缘带。本次工作还对不同时期、不同类型岩石的岩石化学特征进行了深入研究，3期火山岩均属钾玄岩系列与钙碱性系列共生。3期火山岩稀土元素配分曲线均为右倾型，属轻稀土富集型，轻、重稀土元素的分馏程度较高；稀土元素总量 $\Sigma\text{REE} = 106.63 \times 10^{-6} \sim 480.82 \times 10^{-6}$ ，具弱的负铈、负钕异常特征。对上侏罗统髫髻山组、后城组及下白垩统东岭台组火山-沉积岩系的地质构造、时空分布、接触关系等地质特征进行了系统总结，分析了沉积环境，厘定了后城组层位的界限。在上述研究的基础上圈定了大海坨村北、大庙村北西、营城子南3个古火山机构，前者属髫髻山晚期，后者属东岭台晚期，且对它们的构造位置、产状、规模、岩性等进行了较系统的分析。

2.2 顺义幅和杨镇幅

顺义幅和杨镇幅以平原区为主，主要特点是：

(1) 第四纪地质研究取得了优异成果。以气候地层学为主导，岩石地层学为基础，结合生物地层学、第四纪地貌学及年代地层学等多重地层研究方法，在充分利用钻孔、物探和遥感资料基础上，对测区内第四纪进行了较系统的研究，获得了丰富的资料和数据，建立了测区第四系层序。

测区第四系地层齐全，地下埋藏有下更新统夏垫组和中更新统翟里组，地表出露有上更新统军营组、下全新统肖家河组、中全新统尹各庄组和上全新统刘斌屯组。晚更新世有冲积和坡洪积两种成因类型，地貌上构成区内三级阶地。测区全新统有冲积、湖积、风积3种成因，组成了本区的一、二级阶地和近代河床及河漫滩相地貌。

测区早更新世早期乔木类植物中针叶植物繁盛，早更新世中期植被为阔叶、针叶混交林，早更新世晚期植被为暗针叶林-草原型。早更新世动物有腹足类、介形类、有孔虫、双壳类、昆虫及鱼类化石。此外，下更新统地层中还可可见有钙质超微化石、轮藻、双壳类、双翅目昆虫及鱼化石等。中更新世早期第一阶段植被为落叶阔叶-草原型，早期第二阶段植被类型为针-阔叶混交林。中更新世晚期第一阶段植被为常绿阔叶和落叶阔叶混生，晚期第二阶段植被属森林-草原型。中更新世还发育有腹足类、介形类及轮藻化石。晚更新世早期植被为森林草原型，中期为落叶、阔叶、针叶混交林-草原型植被，晚期植被为暗针叶林-半荒漠草原型。晚更新世动物化石组合为腹足类和介形类。早全新世古植被类型为针阔叶混交林，动物化石以腹足类肺螺亚纲为主。中全新世气候温湿，植被类型针-阔叶混交林，动物化石以腹足类水生前鳃亚纲为主，属种丰富，个体众多。晚全新世植被以松属占优势。

(2) 在测区中发现了大面积出露的晚更新世中期的坡洪积沉积物，对其沉积环境、岩石特征进行了深入的研究，经热释光测定其年龄为7万年；分析探讨了第四纪地貌单元、地层、地下水水位与土壤类型的关系。重新认识了出露在小店和沙浮地区的地质体的成因及时代，认为它们分别为晚更新世晚期和晚全新世的决口扇相沉积，并在小店沙体中发现了大量的腹足类及双壳类化石。

2.3 大兴幅、马驹桥幅、香河幅、庞各庄幅

(1) 在平原区第四纪地质调查中,利用洛阳铲等手段对第四纪沉积物成因类型、岩性特征进行采样分析,形成了整体、系统的概念和认识。结合典型剖面的高分辨率分析测试,通过用气候地层学、生物地层学及年代地层学研究,获得了丰富的资料和数据,建立了测区剖面的第四纪地层划分方案。

(2) 采用第四纪沉积物成因类型加地貌单元划分,作为第四纪地质填图单元的方法,有效地解决了平原区地层单一,界线不清等困难。同时广泛采用了洛阳铲进行第四纪沉积物及地貌野外调查,提高了地层界线走向的定位精度。这些方法科学性强,在填图与绘图过程中充分显示了其合理、实用、新颖的特点,并有一定的创新性。

(3) 详细研究了代表性剖面的全新统地层,恢复了 12000 年以来古气候、古环境的演化序列。利用孢粉资料划分出北京平原地区晚更新世中期以来 5 个孢粉带,分析了气候从寒冷向温暖的变化过程,并与北京东方广场剖面的研究结果进行对比,确定了测区全新统界线,建立了全新统地层划分方案。

(4) 通过遥感图像解释,野外调查、室内分析及前人资料整理,深入研究了古河道变迁历史,确定了无定河、古漯河及古浑河 3 条主要古河道,分析了古河道的分布及发育过程。通过在漯河古河道沉积中发现的古木及牛化石,进一步确定了古河道发育的年代。其次,本项成果还为地质填图单元划分、界线的确定提供了科学依据,使地质图更具科学性和实用性。

2.4 杨木栅子-喇叭沟门-三道营子幅

(1) 通过系统测制区内地层剖面和填图,理顺了测区岩石地层层序。依据北京市岩石地层单位统一划分标准,对区内出露的中新元古界和中生界进行了合理划分。对中新元古界常州沟组、高于庄组和雾迷山组进行了区域对比和重新划分,确定了杨庄组的存在;并查明了各组段的岩性、岩石组合特征及相变规律;详细分析了地层层序、沉积环境及其演化规律。首次在测区东西向构造带中发现了呈断片产出的寒武系。在荫凉沟一带新发现以玄武岩为主的火山岩地层,经对比划归侏罗系南大岭组。本次工作,显著加深了测区地层研究水平和工作详细程度,为深入研究沉积构造格架提供了重要资料。在填图工作中,还新发现了第四纪冰川遗迹,为北京地区第四纪冰川的研究提供了新的资料。

(2) 采用多层次、多体制、多尺度的构造研究新理论、新方法,对测区内分布的各类构造进行了系统调查研究。识别出太古宙变质岩系经多期中深层次变形发育的古老角闪岩相、绿片岩相韧性剪切构造;对横贯测区的东西向构造带进行了深入调查和专题研究,查明了其在不同构造层次、不同时代生成的构造形迹特征、性质、运动方式和方向,揭示出该带以断裂活动为主,并经长期剧烈活动;对测区各时代岩浆活动、沉积建造及矿产资源的形成具有显著控制作用,晚期还导致中生代地层发育韧性剪切变形,并与现今地震活动密切相关,为进一步研究东西向构造的活动历史提供了充足的证据。经对所获大量第一手资料分析,阐明了测区构造发展的时空演化规律,提出经历了 6 个旋回、17 个世代构造活动进程的认识,建立了测区构造发展史。这些成果大大丰富了北京地区构造研究成果,特别是填补了海西-加里东旋回构造-岩浆活动认识的空白。

(3) 采用双重填图法重新划分测区内火山岩为早侏罗世南大岭期、晚侏罗世土城子期、早白垩世张家口期，火山活动期次划分合理。经认真研究，以充分证据对区内新发现的南大岭期火山岩予以确认，查明了其产出环境、岩石组合、接触关系、相邻层位的分布与含矿特点等方面的特征。这是本次区调工作在火山岩研究方面取得的重大突破；对北京地区南大岭期火山活动及火山-沉积盆地分布研究有重要意义。对测区内各期火山岩进行了详细的岩石学、岩石化学、地球化学等方面的测试与研究。与国际接轨，采用国际地科联推荐的 TAS 图解，结合镜下鉴定及野外宏观特征进行综合岩石定名，提高了命名准确程度。对测区不同火山-沉积盆地的各期火山岩及火山活动进行了变化特征对比，分析了火山活动特征及其演化规律，研究了王家福山火山口和大石湖沟火山口的基本特征。为北京地区中生代燕山旋回火山活动特征和岩浆演化规律的研究，提供了可靠的基础资料。

3 区域岩石

3.1 靳家堡幅和延庆幅

对集中分布在八达岭、大海坨一带的侵入体，运用岩石谱系单位划分法进行填图，对区内侵入岩的地质学、年代学、岩石化学、矿物化学、地球化学等特征进行了野外调查和室内测试分析。将区内中生代早白垩世的 15 个侵入体划分成 5 个超单元和 10 个单元。通过调查，系统总结了各超单元岩体的地质特征，深入研究了它们的岩浆来源，以及构造环境。认为本区的大海坨超单元组合属于幔壳同熔型，其岩浆来源于下地壳（包括部分上地幔）中的不同层位，从早到晚，岩浆中幔源组分逐渐减少，壳源组分逐渐增多。本区侵入岩均为强力侵位方式，是在北北东向及北北西向构造活动的影响下，来源于地壳不同层位的岩浆先后依靠自身的力量有间断地上侵而形成的。

本区岩浆岩侵入过程主要经历了两个阶段。首先侵入了八达岭中粒似斑状二长花岗岩单元；之后，大海坨超单元组合侵入，分别形成了鱼儿场沟超单元、佛峪口超单元、西大庄科超单元、大海坨超单元以及大岭子霏细岩单元，从早到晚，岩浆由中酸性向酸性演化，岩浆活动的规模也显示出“小→大→小”的特点。

3.2 顺义幅和杨镇幅

基本查明了测区内基岩的时代、岩性、埋深及展布范围，划分出中新元古界、寒武系、奥陶系、石炭系一二叠系、侏罗系和白垩系 6 个地层单元；本区基岩构造格架以北东北西向的褶皱和断裂为主，重点探讨了顺义-前门断裂、南苑、二十里长山断裂、南口-孙河断裂的活动性，进而论述了新构造运动对第四纪沉积和地貌的控制作用，并对顺义地裂缝的发生发展进行了探讨。在大量收集物化探、钻探等资料的基础上，经广泛地质调查和综合分析研究，编制出测区基岩地质图。

3.3 大兴幅、马驹桥幅、香河幅、庞各庄幅

通过大量收集测区内各类钻孔、物化探、煤田勘察等资料，划分了基岩层序，推断了主要褶皱构造、断裂构造及其展布方向。圈定了黄村向斜，推断了天堂河断裂，首次发现

了太古宇结晶基底片麻岩。

3.4 杨木栅子-喇叭沟门-三道营子幅

(1) 应用岩石谱系方法,对测区元古宙以来形成的岩浆岩体进行了划分填图,解体了前人确定的转山子等巨大岩体,建立起 6 个超单元、18 个单元、51 个侵入体的岩石谱系等级体制,其成果将测区侵入岩填图工作提高到新的水平。对各单元、超单元侵入体,系统进行了岩石学、岩石化学、地球化学特征分析和同位素年龄值测定,查清了各侵入体的地质学特征,进而总结出测区岩浆活动特点及其演化规律;并探讨了各超单元侵入体的侵位机制。基础资料数据扎实、可靠,论述合理有据。特别是通过野外详细调查,在前人确定为古元古代变质基性侵入体中,找到了大理岩、石英岩等中元古代长城纪-蓟县纪时期形成的沉积变质岩层的捕虏体,并测定出该侵入体同位素年龄为 266~355 Ma,由此将侵入体厘定为古生代海西期,证据确凿、结论可靠,填补了北京地区海西期构造-岩浆认识空白。测区侵入岩研究方面取得的突破性进展,为北京地区岩浆活动及其演化规律的研究提供了重要的成果资料。

(2) 运用当代变质岩地质填图的理论和方法,在认真调查变质地质体岩石学特征、变形变质程度基础上,深入进行了各岩类岩石化学、地球化学特征分析,进行了原岩恢复,重新将古老变质岩系划作广泛分布的古老侵入岩(已变质为片麻岩体)和包体稀疏分布的表壳岩两类。

在测区分出属于麻粒岩相-高角闪岩相的旗杆顶片麻岩(车道沟片麻岩体)和戴家沟片麻岩(松树台片麻岩体)及角闪岩相的喇叭沟门片麻岩(分 3 个片麻岩体)。在喇叭沟门片麻岩中测得 2.363 Ga 的同位素年龄,有了变质年龄证据。通过野外填图,对片麻岩体和表壳岩的产状、规模、形态取得明确认识。这些研究新进展,使得本区古元古代以前的 4 个世代构造事件划分有了依据,深化了本区古老变质岩系研究认识程度。

4 区域构造

靳家堡幅和延庆幅运用当代构造变形理论,对测区的基底构造、盖层构造的特征及其形成、发展演化等做了较系统、有重点的分析、论述和研究。基本查清了测区内构造格架、演变历史,划分了 5 个变形期(即迁西期、后吕梁-前印支期、印支期、燕山期构造、喜马拉雅期),11 个世代,建立了构造变形序列。结合区域地质历史发展特点,通过综合分析,论述了构造对沉积作用、岩浆作用、变质作用及矿产形成的关系和控制作用。

首次提出并研究了靳家堡北西及张山营北的印支期早期变质核杂岩构造,其主要构造要素为变质核杂岩顶部的剪切滑脱带,基底剥离断层及上盘褶皱叠层构造;印支期晚期主导变形机制为近南北向挤压,导致了纵弯褶皱作用,主要构造形迹为近东西向的断裂和褶皱。

详细论述了测区内最主要的燕山期构造,以它为主形成了测区格架,本期构造线总方向以北东、北西、北北东及近南北向为主,贯穿性极强。还发现了燕山晚期滑覆体及新生的东西向构造。

喜马拉雅期构造活动在本区表现为垂直升降,对测区地貌及延庆盆地形成、演化历史

具有一定的控制作用。黄柏寺断层为延庆盆地与其周围的断块山的界线，喜马拉雅期北部山地以断块形式抬升，形成了多级古夷平面，而河流强烈切割山体，出现峡谷、嶂谷地形。南部上新世初开始与其周围的断块山形成差异沉降，形成延庆盆地，接受陆相沉积。

5 其他

5.1 顺义幅和杨镇幅

调查区主要集中在顺义区，该区为经济发展的热点地区，区内设有奥运会分会场，地方政府对当地的生态环境十分重视。北京市地质研究所在开展顺义幅和杨镇幅区调的同时，不断拓宽区调服务领域，将计划任务与市场经济相结合，在完成国家传统的 1:5 万区调任务的同时，我们还根据新一轮国土资源大调查的指导思想，开展了两幅图范围内的国土资源及地质环境综合调查工作，同时还与顺义区政府、区计委协商，在顺义全区境内开展“顺义区国土资源及地质环境综合调查”工作。这不仅提高了区调成果的使用价值，还为区调队伍如何走向市场探索出一条新路。在为期两年的时间里，对顺义全区 1021.6 km²进行了地质概况、土地利用现状、土壤类型划分、地表水体污染、地下水水质评价、垃圾分布及对环境的影响、地质灾害（地震、地裂缝、地面沉降、沙土液化、活动断裂）、地下水资源、矿泉水资源、地热资源、固体矿产资源及旅游资源的开发利用等 12 个方面的调研，提交了“顺义区国土资源及地质环境综合调查”报告及涵盖上述内容的图件 10 张：北京市顺义区地质图、北京市顺义区土地利用现状图、北京市顺义区土壤类型图、北京市顺义区地质环境综合评价图、北京市顺义区地下水水质环境分区图、北京市顺义区垃圾分布现状图、北京市顺义区固体矿产资源开发利用现状图、北京市顺义区地下水资源分区及开采利用现状图、北京市顺义区地热及矿泉水资源分布图、北京市顺义区旅游资源开发现状图。获取了丰富的资料和新认识，为地方进行资源开发利用、城市建设和经济发展提供了基础资料。

其中，在土地利用方面：依据有关规范，在实地调查的基础上，将区内土地划分为 8 个一级地类，35 个二级地类，并对各级地类用地的数量、比例、结构做了深入的分析，基本查明了区内土地利用现状，为全区进一步合理利用土地资源提供了依据。同时，查明了区内未利用土地资源的类型并提出了开发利用的合理建议。

在土壤类型方面：以土壤地质学、土壤地理学为指导，将顺义区土壤类型划分为 7 类，查明了土壤类型的分布面积、地下水位及理、化特征，探讨了土壤类型的形成过程及与地质、地貌、地下水位的关系，立论有据的提出了各类土壤的改良利用方向，具有一定的指导意义。

在地质环境方面：采用 N. 尼梅罗指数法，依据“国家地面水水环境标准”（GB3838-88），全面评价区内主要地表水体近 5 年的污染状况，探讨了污染的原因，指出了主要污染源的分布，并提出了相应的治理措施；在大量的地下水水质测试分析的基础上，对全区地下水水质进行了 5 级划分，对各级水质的分布，水质状况进行了合理的解释，并对造成地下水污染的原因进行了初步探讨；较准确地圈定了区内地裂缝的分布范围，阐述了地裂缝造成的危害，探讨了地裂缝发生的原因，同时对区内可能发生的地震、砂土液化、地面

沉降等地质灾害进行了有益的分析，圈定了地质灾害易发区，为顺义区今后的防灾减灾工作提供了宝贵的资料；采用 GPS 手段对区内垃圾分布、类型及规模进行了详细调查，科学地论述了垃圾对土壤、地表水、地下水的影响，并从环保的角度较深入地提出了垃圾处理的建议。

在矿产资源方面：基本查明了区内地下水、矿泉水、地热及固体矿产资源的分布、特征及赋存状态，探讨了各类矿产的成因，并从保护资源、加强环保、提高资源利用价值方面提出了矿产资源开发的有益建议；配合顺义区旅游局，对旅游资源进行了整体规划，此举必将促进区内旅游事业的进一步发展。

5.2 大兴幅、马驹桥幅、香河幅、庞各庄幅

本次区测工作，紧密结合测区内社会和经济的发展，对土地资源、水资源、地热资源、旅游资源、优势农作物及生态环境进行了调查研究。在气象、水文、岩土三方面对测区环境状况进行了全面调查，编写了“大兴县地质资源状况调查及开发保护规划”，编绘了“大兴县矿产资源分布图”，为大兴县的城乡建设和经济发展规划提供了基础资料。体现了基础地质工作服务于社会和经济的宗旨，拓宽了地质工作的服务领域。

本次区调在调查研究方法、手段和图面表示上有所创新，以坑、塘、沟、渠和人工基坑等剖面的岩性、结构、构造和层序特征的观察为基础，强调以岩性组合关系来归并和概况地层单元。在调查工作中不辞辛苦，大量使用洛阳铲，全面收集各类钻孔资料，采用新方法建立典型剖面，发展了传统的地质填图方法，对深覆盖区 1:5 万地质填图方法的研究和确定，有示范作用。

5.3 杨木栅子-喇叭沟门-三道营子幅

对测区旅游地质和矿产资源进行调查，除认真调查已开发景点和金矿、石材矿外，还新发现了目前尚未开发，但很值得开发的自然风光观赏景点和石材矿点等；从地质学角度对测区灾害地质情况进行认真调查分析，查明了测区灾害类型和各灾害分布范围。针对具体灾害，提出了防治措施建议，扩大了区调服务领域。绘制出的旅游、灾害和矿产资源地质图，具有良好的实用价值。

天津市

田树信 周志勇 王宏 王云生

(天津市地质调查院)

1 概况

天津市 1:5 万区域地质调查在“九五”期间承担了天津市市区及周边深覆盖区 7 幅图的调查,范围为东经 117°00′~118°00′,北纬 39°00′~39°20′,面积为 2772 km²(表 1)。工作区处于海河流域下游,渤海湾西岸。属冲积平原和滨海平原,全部被 270~420 m 厚的第四系覆盖。新生代沉积厚度达 800~5100 m。区内不仅分布泥质海岸带,还包括七里海国家级古海岸与湿地保护区。我国北方最大的沿海开放城市,工、商、金融中心和交通枢纽——天津市,以及天津经济技术开发区、保税区都在图幅范围内。

表 1 天津市“九五”期间 1:5 万区域地质调查情况一览表

序号	图名	图号	面积 km ²	承担单位	项目 负责人	项目起止时间	经费 万元	完成 情况	出版 情况	归档 情况
1	淮淀乡	J50E005015	396	天津市地质矿产研究所	王宏	1996.1~2001.12	37			
2	北辰区	J50E005013	396	天津市地质调查研究所	周志勇	1996.1~2001.12	240			
3	赤土镇	J50E005014	396							
4	汉沽镇	J50E005016	396							
5	天津市	J50E006013	396							
6	东丽区	J50E006014	396							
7	塘沽区	J50E006015	396							

2 地层古生物

天津市深覆盖区按中国岩石地层区划图的统一划分,属华北地层大区晋、冀、鲁、豫地层区的华北平原分区。地表全为第四系,没有基岩出露。在新生代时产生强烈的断陷及拗陷,沉积了巨厚的新生代堆积物。新生代之前各时代地层发育情况与区域地层基本相同,从太古宇到第四系除缺失新元古界震旦系及古生界志留系和泥盆系外,基本上都很齐全。以往本区地层一般划分到系,且各家的划分也不一致,通过“九五”期间区调工作,建立了本区中元古界—第四系的地层层序,地层单位基本上划分到组一级。

2.1 太古宙—古元古代地层

根据航磁测量成果,推论本区存在太古宙—早古生代地层,它们是构成天津市古老结晶基底的主要组成部分,是周边冀东、太行山一带变质地体在平原之下的延续。通过磁场图的研究,结晶基底可划分磁性较强、磁性中等和磁性较弱三种类型,与冀东和太行山一带古老变岩系对比,磁性较强的基底相当于迁西群和阜平群,磁性中等的基底相当于双山子群和五台群,磁性较弱的基底相当于溇沱群。

2.2 中—新元古代地层

由碎屑岩、粘土岩和大量碳酸盐岩组成,钻孔揭露的最下部层位为雾迷山组。层序发育不全,缺失洪水庄组、铁岭组和下马岭组,与上覆寒武纪馒头组呈平行不整合接触。蓟县纪雾迷山组为一套富镁碳酸盐岩,主要为白云岩,燧石条带白云岩、硅质白云岩,夹 2~5 层棕红、紫红色泥岩,未见底。青白口纪地层含龙山组和景儿峪组。龙山组在区域上呈一个大的超覆,与下伏雾迷山组呈平行不整合接触,为一套砂、泥岩和页岩的组合,底部普遍发育一层燧石角砾岩,下部为灰白色含砾粗粒石英砂岩,中部为灰绿色海绿石英砂岩夹杂色页岩,上部为杂色页岩,厚 69~110 m (本文地层厚度均指钻孔揭露视厚度,下同)。景儿峪组为灰、灰白色白云质灰岩和紫红、灰绿灰黄色页岩,顶部为紫红色泥岩,厚 65~95 m。

2.3 寒武纪—奥陶纪地层

为地台型滨海—浅海相沉积,主要岩石类型有灰岩、鲕状灰岩、砾屑灰岩、白云岩、砾屑白云岩、页岩及少量砂岩、砾岩,总厚约 960~1240 mm。寒武纪地层平行不整合于中—新元古代地层之上,自下而上可划分为馒头组、张夏组、崮山组和炒米店组,缺失昌平组。馒头组分为上、中、下三部分:下部以暗棕红、砖红色白云质泥岩、页岩为主,夹多层灰、灰褐、浅棕色灰岩、团粒灰岩、生物灰岩和鲕状灰岩;中部为灰黑、暗灰色泥质灰岩、含球粒灰岩、灰质白云岩和白云岩,夹紫红色泥岩、页岩;上部以紫灰、灰紫色泥、页岩为主,夹多层泥灰岩、鲕状灰岩。厚 210.5~415.5 m。张夏组为灰白、灰、浅绿灰、灰褐色灰岩、鲕状灰岩为主,夹少量暗红、灰紫、深灰、浅绿色泥岩或页岩,厚 63.5~143.5 m。崮山组为灰紫色页岩、灰质泥岩夹灰褐、灰色泥质灰岩、灰岩、泥质条带灰岩,顶底均为较厚的灰紫色页岩,厚 34~116 m。炒米店组为灰、灰褐、深灰、紫红色灰岩、竹叶状灰岩、泥质条带灰岩、鲕状灰岩不等厚互层,夹灰色泥灰岩和紫色泥岩,厚 73~113.5 m。奥陶纪地层缺失晚奥陶世沉积,与上覆上石炭统本溪组平行不整合接触,自而下而上分为冶里组、亮甲山组和马家沟组。冶里组为灰、灰褐色灰岩、豹皮状灰岩、竹叶状灰岩夹褐色灰岩,厚 521~580 m。亮甲山组为灰、灰褐色灰岩、沥青质灰岩,夹灰褐色泥质灰岩、白云质灰岩,厚 97~114 m。马家沟组主要为灰、灰褐色灰岩夹角砾状灰岩、沥青质灰岩、泥质条带灰岩、泥质白云岩和泥岩,底部泥岩和灰岩不等厚互层,顶部常见浅绿灰色、棕黄色白云岩,厚 301~514 m。

2.4 石炭纪—三叠纪（早三叠世）地层

该套地层在天津市深覆盖区分布广泛，顶、底界面清楚，底部为一极明显的平行不整合面与下伏奥陶系马家沟组白云岩相接触，其间缺失马家沟组以后至本溪组以前的沉积，顶部与中、新生代不同层位的地层呈角度不整合接触，总厚 912 m。沉积环境由滨海平原向内陆河湖盆地发展，下部为滨海—内陆含煤碎屑岩建造，上部为内陆河湖相红色及杂色碎屑岩建造。自下而上划分为月门沟群、石盒子组和石千峰群。月门沟群由底部的本溪组，下部的太原组和上部的山西组组成，其底界以奥陶系古风化面为界，顶界以上覆石盒子组最下部灰白色厚层含砾砂岩底面为界。本溪组为紫红、灰绿、浅灰色铝土质泥岩，深灰、黑色泥岩与浅灰、灰白色细砂岩、粉砂岩不等厚互层，厚 22~30 m。太原组为浅灰、深灰色砂岩与深灰、灰黑、紫红色泥岩互层，局部夹煤层，发育多层深灰色灰岩，本组以顶、底发育稳定的灰岩为划分标志，厚 50~62.5 m。山西组下、中部以灰色砂岩、含砾砂岩为主，夹黑色碳质泥岩及煤层，上部为浅灰、灰白色细砂岩及深灰色泥岩，厚 150.5~304.5 m。含丰富的孢粉化石，下部组合以单缝孢子出现较多：*Laevigasporites punctatisporites*、*Thymosporum* sp.、*Tuberculatosporites* sp.、*Lycospora* sp.、*Stenozonotriletes* sp.、*Desosporites* sp. 等；上部组合主要为光面单缝孢 *Laevigatosporites* sp.，并有一定含量的 *Florinites* sp.、*Costapollenites* sp. 等。石盒子组为灰白色含砾砂岩、砾岩，灰色砂岩，灰、灰绿、紫红色粉砂岩与灰、紫红色泥岩、粉砂质泥岩不等互层，底部以巨厚的灰白、浅灰色砂岩底面与下伏山西组分界，厚 378~572 m。孢粉化石丰富，下部组合与华北盆地边缘地区石盒子组 *Torispora-Triquirites-Anticapipollis* 组合完全可以对比，上部组合地质时代为晚二叠世，并显示其具有晚二叠世和早三叠世的混合特征。石千峰群为一套紫红、棕红色含砾砂岩、砂岩、泥质粉砂岩和泥岩、粉砂质泥岩互层，局部夹少量杂色砾石岩、灰白色砂岩、灰色泥岩，底部发育浅灰色含砾砂岩，厚 160 m。

2.5 侏罗纪—白垩纪地层

该时代地层在天津市深覆盖区沉积序列发育不完整且研究程度低，见有下、中侏罗统下花园组和九龙山组，下白垩统义县组，九佛堂组和南天门组。下花园组为浅灰、深灰、绿灰、紫红、棕红色泥岩、粉砂质泥岩，泥质粉砂岩为主，夹含砾砂岩、煤和黑色碳质泥岩，厚度大于 600 m，含丰富的孢粉化石，组合特征可以和华北地区以 *Coniopteris* sp.、*Cycas* sp.、*Gingo* sp.、*Bennettitaepollenites* sp. 占优势的早、中侏罗世煤系地层的孢粉组合进行对比。九龙山组为一套粗碎屑岩为主的地层，主要岩性为紫红色砾岩，红褐色粗砂岩、含砾砂岩，棕黄、砖红色中细砂岩夹紫红色泥岩、棕黄色砂质泥岩，厚 144~638.5 m，与下伏下花园组为平行不整合接触。义县组为一套紫褐、绿灰、褐灰色玄武岩，厚 27 m。九佛堂组为一套河湖相碎屑岩，以灰绿、浅灰、灰黑、棕红、暗紫红色泥岩为主，夹灰白、棕红色砂岩，浅棕红色粉砂岩及灰白色泥灰岩、白云质灰岩，厚 351.5 m，与下伏义县组平行不整合接触或超覆在更老的地层之上，其上部遭受剥蚀，与上覆第三系沙河街组、馆陶组不整合接触。孢粉为 *Cedripites-Piceapollenites-Classopollis* 和 *Classopollis-Cicatricosisporites* 组合，介形类均为 *Cypridea* sp. 为主的组合。南天门组为一套在干旱、半干旱环境下迅速堆积形成的复成分粗碎屑岩，主要为紫红、棕红、杂色泥质砾岩、

砾岩以用灰白色、肉红色砂岩、泥岩的组合,厚 234~873 m,与下伏古生代、上覆第三纪地层均成不整合接触。孢粉化石丰富,蕨类孢子占 48%~60%,裸子植物花粉占 40%~50%,未见被子植物花粉。蕨类常见的是 *Impordicispora* sp., *Concavissimisporites* sp., *Cicatricosporites* sp., *Shizaeoiporites* sp., 裸子植物花粉以 *Pityosporites* sp., *Epdedripites* sp., 为主。

2.6 第三纪地层

天津市深覆盖区第三纪地层广泛分布,除缺失古新世—始新世地层之外,从渐新世至上新世均有发育,为一套陆源碎屑岩为主的内陆河、湖相建造,经历了古近纪断陷和新近纪坳陷两大沉积发育阶段,总厚度 600~4700 m,与下伏不同时代地层均呈角度不整合接触,与上覆第四纪地层呈整合或平行不整合接触。古近纪地层划分为沙河街组,东营组,新近纪地层划分为馆陶组和明化镇组。

(1) 沙河街组为一套暗色河湖相砂、泥岩组合,底界最大埋深为 5100 m,总厚 398~1047.5 m。自下而上划分为三段:沙三段为灰白、浅灰色含泥、含砾不等粒砂岩,夹灰绿、灰褐、深灰色泥岩和灰岩、生物灰岩、泥质白云岩透镜体。古生物化石丰富,介形类为 *Husbeina chinensis*-*Huabeina huidogoensis* 组合;孢粉为 *Quercoidites microhenrici*-*Ulmipollenites minor*-*Alnipollinites* 亚组合;沟鞭藻、疑源类为 *Bohaidina*-*Parabohaidina* 组合。沙二段为深灰色泥岩与浅灰、灰白色砂岩、含砾砂岩不等厚互层,厚 131~200 m。富含化石,介形类为 *Camarocypris elliptica*-*Phacocypris binhaiensis* 组合 孢粉为 *Campania*-*Comasphaeridium* 亚组合,轮藻为 *Carites producta*-*Sphaerochara minor* 组合,腹足类为 *Tulotomoides terrassa*-*Valvata (Atropidna) banqiaoensis* 组合。沙一段为绿灰、深灰色泥岩为主,与灰白、灰色砂岩、砂砾岩、砾岩不等厚互层,厚 108~232 m。富含化石,介形类下部为 *Phacocypris huimincis*-*Chinocythere quinquepinata* 组合,中部为 *Guangbeinia lijiaensis*-*Xiyingia Luminosa* 组合,上部为 *Chinocythere unicuspidata*-*Hebeina subtrirosa* 组合;孢粉为 *Quercoidites*-*Labitricolpites* 亚组合;藻类为 *Tenua* sp. 组合;腹足类下部为 *Gangetia brevirota*-*Valvata banqiaoensis* 组合,中部为 *Stenothyra jindianensis*-*Menetus banqiaoensis* 组合,上部为 *Bohaispira spirallifera* 组合。

(2) 东营组为一完整旋回层,顶为新近系、古近系间的区域不整合,底部常发育砂砾岩层,厚 154~533.5 m。自下而上划分为三段;东三段为砂、泥岩剖面,灰色、绿灰色泥岩与浅灰、灰白色砂岩互层,厚 130.5~1106 m。富含化石,介形类为 *Chinocythere unicuspidata*-*Hebeinia subtriangularis* 组合;孢粉为 *Ulmipollenites undulosus*-*Piceapollenites*-*Tsugaepollenites* 亚组合;藻类为 *Prominangularia* sp. 亚组合,腹足类为 *Viviparus xinglongtaiensis* 组合。东二段为灰、绿灰、灰绿色泥岩夹砂岩,厚 154~202 m。富含化石,介形类为 *Dongyingia inflexicostata*-*Dongyingia labjaticostata* 组合;藻类为 *Granoreticell* sp. 亚组合;腹足类为 *Tianjinospira monostichophyma* 组合。东一段为泥岩、高岭土质中细粒混合砂岩、岩屑长石砂岩,是一套以砂质沉积为主的反旋回层,厚 18.5~201.0 m。富含化石,介形类以玻璃介为主,主要见有 *Candoniella albicans*, *C. extensa*, *C. banqiaoensis*;腹足类为 *Anguliyara turtrella* 组合;孢粉为 *Juglandaceae*-*Polypodiaceasporites*-*Tiliaepollenites* 亚组合;藻类为 *Concentricystis*-*Granodiscus* 组合。

(3) 馆陶组分布广泛,为杂色砾岩、砂砾岩、含砾砂岩、砂岩与灰绿、紫红、棕红色泥岩组成不等厚互层,底部发育的一套燧石砾岩稳定而分布广泛,是区域地质和地震标志层,厚 0~452 m。超覆于一切老地层之上,与下伏地层呈不整合接触。化石稀少,孢粉草本植物出现大量的 *Ceratopteris* sp.,少量其他蕨类,裸子植物占 30%~70%,被子植物占 20%~50%,介形类属种单调,主要为 *Candoniella marcida*。

(4) 明化镇组为灰、灰绿色砂岩、泥质粉砂岩和灰黄、棕红色泥岩,据岩性组合特征分为上、下两段,总厚 628~1318.5 m。明下段为细粒段,以泥岩为主夹粉一细砂岩;明上段为粗粒段,泥岩与泥质砂岩、粉一细砂岩的正粒序韵律层。古生物化石较丰富,含鱼类、介形类、孢粉及轮藻等,各门类化石组合在京、津、冀平原地区新近纪地层中均可见到,孢粉组合中木本植物花粉大于草本植物花粉,木本植物中的裸子植物具优势地位,古近纪和新近纪优势植物银杏也占有一定的比例,这种组合在时间上不会晚于上新世。

3 第四纪地质

“九五”期间工作区地处华北平原北部,渤海湾西岸。以往第四纪地质的研究程度较高。本次工作在前人研究的基础上,通过野外调查、钻探施工、系统的样品测试和综合分析前人大量的第四系钻孔资料,对本区第四纪地质问题开展了进一步研究,并取得了新的进展。

3.1 第四纪多重地层划分

第四纪地层是在华北断拗持续发展的过程中逐渐形成的,按中国第四纪地层分区属东部大平原区,海河、黄河平原亚区(张宗祜、周慕林等,1990)。受古近纪以来构造格局的控制,第四纪地层呈现出在隆起区较薄拗陷区较厚的总体特征,厚约 270~420 m。本次工作对其进行多重地层划分对比研究,建立了较完整的地层层序,从而提高了本区第四纪地质的研究程度。

3.1.1 岩石地层

本区第四纪地层自下而上划分为杨柳青组、佟楼组、塘沽组和大津组。

(1) 杨柳青组:棕、棕黄、灰绿色粘土与砂、粉砂不规则“互层”,粘土为主,亚粘土、亚砂土少量。局部见棕红色粘土。铁锰及钙质结核普遍,局部有钙结层。为曲流河和洪泛滥盆地沉积。动物化石少见,均为陆相软体、介形类,孢粉丰富。见海侵层。与下伏上新世明化镇组呈整合或平行不整合接触。底界埋深 267~425 m,厚 110~220 m。

(2) 佟楼组:由灰、浅灰色细砂、粉砂及黄、灰、棕、灰绿色亚砂土、亚粘土,夹深灰、黑灰色粘土组成。砂层较多。普遍见钙核,铁锰核偶见。夹两层海侵层,含有孔虫及海相双壳类化石,陆相软体及介形类化石。主要为曲流河和洪泛滥盆地相沉积,本组整合于杨柳青组之上。底界埋深 151~204 m,厚 90~120 m。

(3) 塘沽组:由黄灰、深灰、黑灰色亚粘、亚砂与细砂、粉砂组成不规则互层。主要为曲流河相、海陆过渡相和海相沉积,局部有湖沼相沉积。区内普遍发育两层海侵层,其底界埋深和厚度都有向东变深、加厚趋势。含有丰富的有孔虫、海相介形类、海相软体化石。本组整合于佟楼组之上。底板埋深 60.7~87.7 m,厚 42~66 m。

(4) 天津组：为区内地表至地下 20 m 左右松散堆积物，根据其岩性、岩相变化自下而上可以分为三段：一段为黄、褐黄色亚粘土的陆相沉积，厚度 0~3 m。二段主要为灰、灰黑色淤泥质粘土、亚粘土，在现代滨海滩涂出露地表，为褐色、黄灰色亚粘土。土层具水平层纹构造，层纹由粉砂和粘性土相间发育而构成，局部呈不规则波状形态，并且夹深灰色淤泥条纹、条带和斑块。底部普遍发育一层泥炭层。本段含丰富的有孔虫和介形类化石，为海相沉积。厚 6~14 m。三段按成因类型又可分为洪冲积、冲积、湖沼积和海陆过渡沉积。厚度 0~6 m。

3.1.2 生物地层

(1) 有孔虫：多集中分布在 40 m 以上地层中，向下属种数和壳瓣数急剧减少，结合以往资料综合分析，自上而下划分为 6 个有孔虫组合带：

- a. *Ammonia beccarii* var. - *Nonion tisburyensis* 组合带；
- b. *Ammonia tepida* - *Quinqueloculina seminula* 组合带，见于天津组二段；
- c. *Ammonia beccarii* - *Pseudorotalia gaimardii* 组合带；
- d. *Ammonia beccarii* - *Ammonia tepida* 组合带；
- e. *Ammonia beccarii* - *Protelphidium granosum* 组合带；
- f. *Ammonia confertitesta* - *Nonion akitaense* 组合带。

(2) 介形类：介形类分为咸水和淡水两种，淡水介形类多分布于陆相地层中，主要是 *Candoniella* 和 *Ilyocypris* 诸种及 *Candona*、*Limnocythere*、*Cyprinotus* 等。咸水介形类多与有孔虫、海相软体动物共生，分布在各海侵层中。集中分布在 40 m 以上，向下属种数和壳瓣数急剧减少。综合分析初步划分了 5 个海相介形类组合带：

- a. *Loxococoncha bihaiensis* 组合带；
- b. *Sinocytheridea impressa* - *Neomonoceratina dongtaiensis* - *Tanella opima* 组合带，见于天津组二段；
- c. *Sicytheridea impressa* - *Neomonoceratina dongtaiensis* 组合带；
- d. *Bicornucythere bisanensis* - *Neomonoceratina dongtaiensis* - *Sinocythere reticulata* 组合带；
- e. *Stigmatocythere dorsinoda* - *Alocopocythere transcendens* 组合带。

在佟楼组的下部相当第 V 海侵层层位，测区内海相介形类资料匮乏，目前仅在杨柳青 Jx₁ 的 148.2 m 处见较多的 *Leptocythere ventriclivosa*。

(3) 软体动物：区内软体动物化石分为海相和陆相，海相化石主要分布在海侵层和贝壳堤中，在海侵层中常见的有：*Aloidis laevis*、*Arca suberenata*、*Cyclina sinensis*、*Sonax faba*、*Dosinia* sp.、*Mactra quadrangularis*、*Meretrix meretrix*、*Ostrea* sp.、*Sinonovacula* sp.、*Solen gouldii* 等。陆相软体动物化石主要有 *Carbicula* sp.、*Gyraulus compressus*、*G. albus*、*Lamprotula* sp.、*Paraforssarulus* sp.、*P. striatulus*、*Radix* sp. 等，此外还有反映半咸水的 *Glaucomya chinensis*。

(4) 孢粉组合：本区孢粉组合序列自下而上可分为 12 个组合带 (I—XII)：

- I. 松、云杉、冷杉-蒿、藜科-水蕨组合带。
- II. 蒿、藜科-松-水蕨组合带。
- III. 藜科、蒿-松、冷杉-水龙骨科组合带。

- IV. 藜科、蒿-榆、桦、栎、柳-香蒲组合带。
- V. 松、云杉-蒿-香蒲组合带。
- VI. 组合带，阔叶树种和水生植物花粉有较大增长，据其变化可分为三个亚带：
 VI₁. 藜科、蒿-栎、松组合亚带；
 VI₂. 榆、柳、栎、松、桦-藜科、蒿-香蒲组合亚带；
 VI₃. 藜科、蒿-松、桦、栎-狐尾藻、盘星藻组合亚带。
- VII. 蒿、藜科、禾本科-松组合带。
- VIII. 蒿、藜科、禾本科-松、栎、桦-香蒲组合带。
- IX. 蒿、藜科-松组合带。
- X. 栎、桦、榆、鹅耳枥、松-蒿、藜科-香蒲组合带。
- XI. 蒿、藜科-松组合带。
- XII. 组合带，见于天津组，本带孢粉丰富，可分为 4 个亚带，由下而上为：
 XII₁. 蒿、藜科-松、栎、桦-香蒲-狐尾藻、水龙骨科组合亚带；
 XII₂. 蒿、藜科-松、栎、桦、栗、榆-香蒲、水龙骨科组合亚带；
 XII₃. 蒿、藜科-松、桦、栎-香蒲组合亚带；
 XII₄. 蒿、藜科-松、柳组合亚带。

3.1.3 气候地层

根据孢粉组合特征综合分析，第四纪具明显的冷暖交替变化趋势。可以划分出 6 个冷期，6 个暖期。孢粉组合的奇数带（I、III、V、VII、IX、XI）代表冷期，依次定为 C₁、C₂、C₃、C₄、C₅、C₆；偶数带（II、IV、VI、VIII、X、XII）代表暖期。依次定为 W₁、W₂、W₃、W₄、W₅、W₆，冷期的孢粉组合大多有冷杉、云杉属（*Picea*）等代表分子，藜、蒿占主导地位，木本含量少，且以针叶为主。暖期的孢粉组合以落叶阔叶林为主，种类较多，且多伴生水生植物。

重矿物组合和地球化学分带特征不明显，但角闪石含量变化、 Si/Al 、 Fe^{3+}/Fe^{2+} 值反映了第四纪气候变冷的趋势。

3.1.4 磁性地层

据邻区及本区 20 多个钻孔古地磁测量资料分析，本区新近纪末期以来的磁性地层自下而上可划分为高斯正向极性带、松山反向极性带和布容正向极性带。其界线大体有隆起区较浅而拗陷区稍深的规律。参考邻区资料，本区松山反向极性带与布容正向极性带（M/B）的界线埋深大约 160~174 m，其年代界线为 0.78 Ma；高斯正向极性带与松山反向极性带（G/M）的界线埋深大约 280~412 m，其年代界线为 2.50 Ma。

3.1.5 年代地层

本区第四系自下而上划分为更新统和全新统，更新统分为下、中、上更新统。下更新统底界置于杨柳青组与明化镇组之间，相当于古地磁松山极性带之底，年龄为 2.50 Ma；中更新统底界置于佟楼组与杨柳青组之间，相当于布容极性带之底，年龄为 0.78 Ma；上更新统底界置于塘沽组与佟楼组之间，底界年龄 0.128 Ma；全新统底界置于天津组与塘沽组之间，底界年龄 11 ka。

3.1.6 事件地层

有孔虫和海相介形类组合说明,在第四纪至少发生过 5 次海侵,它是全球气候和海平面变化对本区产生重大影响的事件。由此而形成的 5 层海侵层自上而下依次编号为 I—V,其底板埋深具东深西浅特征。

(1) 中更新世:本区发生两次海侵,第一次发生于 300 ka B.P. 左右,相当黄骅海进形成第 V 海侵层,埋深 140~160 m,厚仅 1~2 m;第二次发生于 150 ka B.P. 前后,形成第 IV 海侵层,埋深 90~110 m 左右,厚度可达 2~3 m。中更新世两次海侵的海相性均不强,说明其环境可能是河口-潮坪。

(2) 晚更新世:亦有两次海侵发生,第一次发生于 110~70 ka B.P.,此次海侵作用甚强,与沧州海进相当。形成了区内第 III 海侵层,其埋深西部可达 40 m,东部加深在 50~80 m 左右,厚度最大可达 10 m。第二次海侵发生在 34~32 ka B.P. 期间,海侵强度有所减弱,形成了区内第 II 海侵层,其埋深在中西部变浅约 25 m 左右,东部可达 30 m。

(3) 全新世:全新世海侵发生在 9 ka B.P.,大约在 7~5 ka B.P. 海侵达到最大,形成了区内第 I 海侵层。由西向东,其底板埋深由 13 m 至 19 m 左右,顶板埋深由 7 m 至 0 m,海侵层呈一个楔状插入陆地。由微体化石分析可知,本次海侵由陆相→滨海相→浅海相(达到最大海侵)→滨海相→海陆交互相,是一个完整的海进-海退序列。

晚更新世以来的海侵与深海氧同位素曲线对比,晚更新世第一次海侵相当深海氧同位素第 V 期,第二次海侵相当第 III 期的晚期,而全新世海侵相当第 I 期。此外本区可能存在第 VI 海侵层,即:早更新世海侵。

3.2 全新世海岸变迁

测区位于渤海湾西岸,目前已发现三道主要由贝壳砂、贝壳碎屑和完整贝壳所组成的沿岸堤——贝壳堤,它们作为古海岸线的遗迹,沿着大体与现代海岸平行的方向,断续延伸于开阔平坦的海岸平原上。贝壳堤的发育主要受到各个时代的河流三角洲的控制,泥质三角洲停止进积之后,潮下带贝壳受波浪、沿岸流的簸选,在向岸风浪作用下,向陆搬运且堆积于高潮位而形成的。按照贝壳堤从新到老的时代序列依次划分为 I—III 道贝壳堤测区发育的三道贝壳堤是渤海湾西岸 I、II、III 道贝壳堤的组成部分。

3.2.1 贝壳堤的形成年代

(1) 第 I 道贝壳堤形成年代采用天津市海岸带地质地貌协调组(1985)的推断,其形成于 700~400 a B.P.。

(2) 考古发掘资料亦表明,第 II 道贝壳堤的形成年代应为东汉初年至唐代之间。¹⁴C 测年资料数据大都在 2600~1500 a B.P. 之间。

(3) 第 III 道贝壳堤的形成年代由于考古发掘资料相当充分,并且与¹⁴C 测年数据吻合得较好,各家观点趋于一致。其形成至迟当在殷商或更早,年代为 3800~3000 a B.P.。

3.2.2 全新世海岸变迁

由气候地层可知,测区晚更新世晚期为疏林草原环境,气候冷干,代表了晚冰期的气候特征。随着更新世最后一冷期的结束,全球性气候转暖,大量冰川融水回归海洋,在世界各陆架海形成了全新世海侵,在晚冰期时,15000 a B.P. 前后海岸线是在东海水深