

孙河乡土地一级开发和整理项目

活断层探测工作报告



项目名称: 孙河乡土地一级开发和整理项目活断层探测

承担单位: 北京勘察技术工程有限公司

项目负责: 李光 (一级安评师、工程师)



技术负责: 徐国栋 (一级安评师、副教授)



主要参加人员: 张启胜、罗水余、田舍、贺智娟、韩赛超



地震安全性评价项目专家评审表

No:

| | | | |
|------|---------------------|------|------------|
| 专家姓名 | 何宏林 | 送审时间 | 2016-08-22 |
| 专家单位 | 中国地震局地质研究所 | 专家职称 | 研究员 |
| 项目名称 | 孙河乡土地一级开发和整理项目活断层探测 | | |

专家意见:

该项目的目的有两条：1) 确定工程场地在避让范围内有无隐伏断裂通过；2) 如果场地内存在隐伏断裂，评价其对工程的影响。

场地周边的7条浅层地震测线显示北西向断裂（南口-孙河断裂）在场地南侧通过，距场地最短距离1.25km，北东向断裂（顺义-良乡断裂）在场地东侧通过，距场地最短距离1.2km。结果表明工程场地在避让范围内有无隐伏断裂通过。

该项目结合工程场地及其周边的地震活动、地磁和重力异常等资料的分析，通过场地及其周边的7条浅层地震测线的解释，回答了该项目提出的问题。数据充实可靠，分析逻辑严密，符合相关规范和技术标准，结论可信。

另外，报告中还存在一小的问题建议修改：1) 图2中的文献作者应该是向宏发等，不是向宏法；2) 图4需要补充图例；3) 图6的名称有误，不应该是地磁异常图，应该是重力异常图；4) 图5和图6的断裂底图需要统一，而且都需要补充图例；5) 浅层地震剖面，还应该给出深度解释剖面，最好还能结合钻孔资料给出反射波组的地层信息。

专家签名: 何宏林

2016年08月26日

地震安全性评价项目专家评审表

No:

| | | | |
|------|---------------------|------|-----------|
| 专家姓名 | 周本刚 | 送审时间 | 2016.8.22 |
| 专家单位 | 中国地震局地质研究所 | 专家职称 | 研究员 |
| 项目名称 | 孙河乡土地一级开发和整理项目活断层探测 | | |

专家意见:

报告收集和整理了场地及其附近的浅层地震探测成果,测线布设对北西向南口-孙河断裂是否延入场地有较好的控制,对顺义-良乡断裂是否延入场地能基本控制。报告根据以下意见进一步说明、补充后可以通过评审。

1. 应补充场地及其附近探测结果图, 图中应标示南口-孙河断裂、顺义-良乡断裂分布、测线及其断点位置、断点倾向和性质、场地范围、比例尺等信息。
2. 进一步说明下辛堡 1 号测线中的断点是否属于南口-孙河断裂以及南口-孙河断裂在东郊东场 2 号测线中是否有反映? 只有两个测线上有断点反映才能确定该断裂在场地附近的基本延伸。
3. 说明东郊农场 2 号测线中 FP209 断点是否属于顺义-良乡断裂的断点。该点属于顺义-良乡断裂的断点情况下, 该断裂与场地有一定距离的结论才是成立的。

专家签名: [周本刚]

2016 年 8 月 24 日

地震安全性评价项目专家评审表

No:

| | | | |
|------|---------------------|------|-----------|
| 专家姓名 | 孟勇琦 | 送审时间 | 2016.8.22 |
| 专家单位 | 北京市地震局 | 专家职称 | 副研究员 |
| 项目名称 | 涿河乡土地一级开发和整理项目活断层探测 | | |

专家意见:

该报告工作流程和作品内容满足隐伏区活动断裂探测相关技术规范。
报告收集了场地附近相关的断裂探测资料，并结合场地条件在场地上内完成了 2 条浅测人工地震探测，工作内容丰富，相关断裂解释合理，可以作为场地断裂评价的基础技术资料。

文中出现部分文字错误，望改正。

专家签名:

2016 年 8 月 23 日

地震安全性评价项目专家评审表

No:

| | | | |
|------|---------------------|------|-----------|
| 专家姓名 | 王魁师 | 送审时间 | 2016.8.22 |
| 专家单位 | 北京市地震局 | 专家职称 | 工程师 |
| 项目名称 | 孙河乡土地一级开发和整理项目活断层探测 | | |

专家意见:

该报告内容丰富，对该区域的区域地质、断裂、重力及航磁异常方面认识深入。

采用控制性地震反射探测方法对场区附近存在的南口-孙河断裂及顺义-良乡断裂北端进行排查，其结果的地层界面清晰，对地层的倾向及断裂错动界面反演结果可靠，符合南口-孙河断裂及顺义-良乡断裂北端在该区域的存在特性。

基于以上认识提出的场区-断裂最短距离及断裂地表错动影响结果可信。

文中出现部分文字错误，望改正。

P12，第10行最后1200增加单位。

P14，5.2.3去掉多余小数点。

专家签名:

2016年8月23日

地震安全性评价项目专家评审表

No:

| | | | |
|------|---------------------|------|-----|
| 专家姓名 | 田勤俭 | 送审时间 | |
| 专家单位 | 中国地震局 地震预测研究所 | 专家职称 | 研究员 |
| 项目名称 | 孙河乡土地一级开发和整理项目活断层探测 | | |

专家意见:

本报告收集了顺义-良乡断裂和南口-孙河断裂在场地附近的探测资料,开展了场地探测工作。物探及地质解释合理,同意场地不存在活动断层的结论。同意报告通过评审。建议在如下方面修改完善。

- 1、所依据的标准中增加 DB/T15-2009《活动断层探测》。
- 2、依据钻孔资料,补充第四纪内部地层划分和埋深数据,尤其是晚更新世地层深度。
- 3、补充近场活动断层分布图。包括断层、地层、第四系等厚线等。
- 4、报告中一些物探剖面未标示方向。物探剖面应给出地质解释图。

专家签名: 田勤俭

2016年8月25日

孙河乡土地一级开发和整理项目

活断层探测工作报告

北京勘察技术工程有限公司

2016 年 8 月

项目名称: 孙河乡土地一级开发和整理项目活断层探测

承担单位: 北京勘察技术工程有限公司

项目负责: 李光 (一级安评师、工程师)

技术负责: 徐国栋 (一级安评师、副教授)

主要参加人员: 张启胜、罗水余、田舍、贺智娟、韩赛超

目 录

| | |
|----------------------------|----|
| 前言 | 1 |
| 一、探测目的和项目要求 | 3 |
| 二、探测依据 | 3 |
| 三、场地及周边地震地质条件 | 3 |
| 四、场地附近高精度重力剖面和航磁测量工作 | 6 |
| 五、场地及其附近浅层物探工作 | 8 |
| 六、结论 | 21 |

前言

大量震害调查结果表明，活断层不仅是产生地震的根源，而且地震时沿断层线的破坏也最为严重，人员伤亡和经济损失也明显地大于断层两侧的其它区域。例如 1999 年的土耳其伊兹米特地震的重灾带集中在北安那托里亚断层西段的北分支上，建在该断层上的建筑物几乎全部倒塌，而在两侧距断层仅几十米的建筑物主体结构的破坏就轻得多；1999 年台湾集集地震将建在车笼埔断层上及其两侧十几米范围内几乎所有建筑物夷为平地，而十几米以外的建筑物则基本完好。

由此可见，在重大工程选址和建设工作中，查明工程场址内及附近活动断裂的位置、性质，对工程安全具有重大的防震减灾意义。

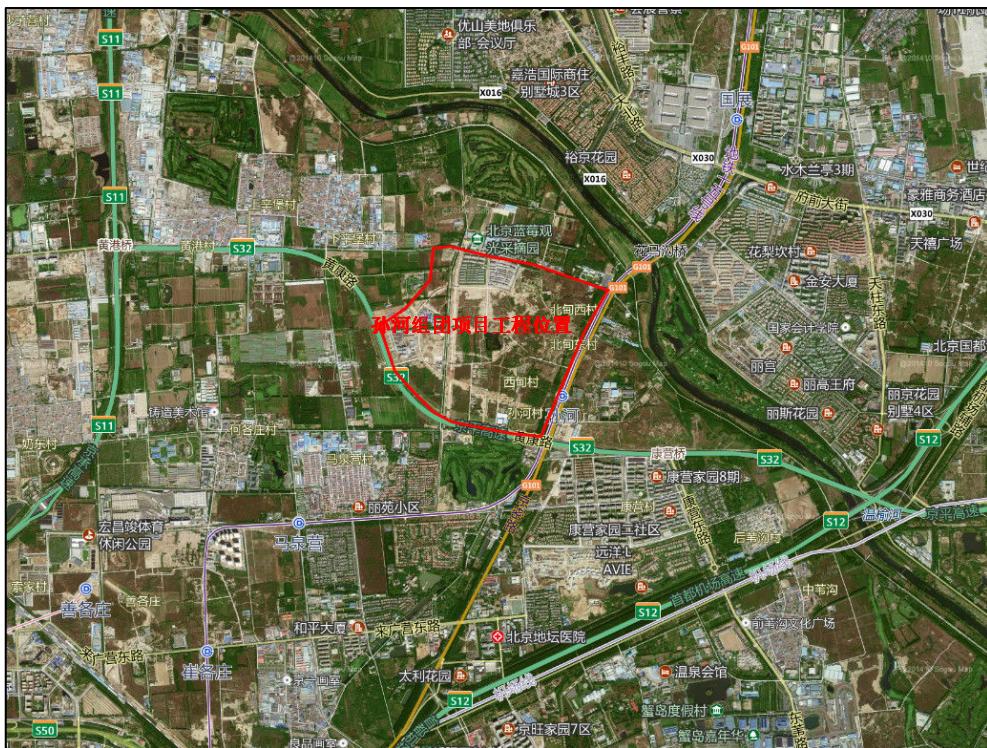
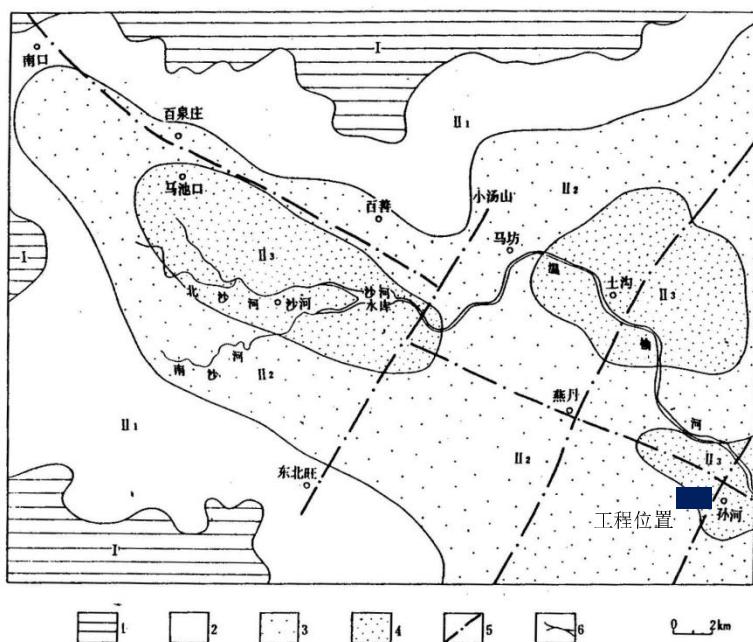


图 1 工程位置示意图

由于过去对活断层的危害缺乏充分的认识，并受到当时各种技术条件的限制，特别是位于第四纪松散沉积物覆盖区，断层在地表出露不明显，断裂研究不够深入，因此，在这些区域内采取合适的方法开展活断层的探测和评价是减轻地震灾害的一项基础性工作。

孙河乡土地一级开发和整理项目工程场地位于北京平原北部，温榆河南岸

(见图 1), 根据现有研究资料, 工程场地附近存在北东和北西向两组断裂(见图 2), 鉴于北京地区隐伏断裂的探测工作精度有限, 断裂位置无法满足工程应用, 受北京市土地整理储备中心朝阳分中心公司(甲方)委托, 北京勘察技术工程有限公司(乙方)承担了**孙河乡土地一级开发和整理项目**工程场地断层探测工作, 旨在查明拟建场地在工程避让范围内有无隐伏断裂通过及评价其对工程的可能影响。



1 基岩隆起区 2 边缘轻微沉降区 3 中等沉降区 4 强烈沉降区 5 隐伏断裂位置 6 水系、河流

图 2 场址附近第四纪沉积单元及主要断裂分布图

(引自隐伏断裂研究及工程应用, 向宏法等, 1994)

一、探测目的和项目要求

根据前人研究资料，在**孙河乡土地一级开发和整理项目**工程场地附近存在北东向断裂顺义-良乡断裂北段和南口孙河断裂中段，鉴于断裂研究的精度有限，本次承担的**孙河乡土地一级开发和整理项目**工程场地活断层探测工作主要目的是：

- 1、在收集已有资料的基础上，主要采用浅层人工地震方法确定工程场地在工程避让范围内有无隐伏断裂通过；
- 2、如果发现场地内存在该隐伏断裂，评价该断裂对工程的影响。

二、探测依据

对工程场地及其附近断裂探测主要依据以下法律、规范和技术标准进行：

- 《中华人民共和国防震减灾法》，1997
- 《北京市工程建设场地地震安全性评价管理办法》，1997
- 《地震安全性评价管理条例》，2001
- 《建筑抗震设计规范，GB5001-2001》，2001
- 《工程场地地震安全性评价工作的规范(GB17741—1999)》，1999
- 《城市活断层探测与地震危险性评价工作大纲》，中国地震局，2003
- 《浅层地震勘探工作规范》，(DZ/T 0170—1997)
- 《人工地震测深工作规范》，国家地震局，1992

三、场地及周边地震地质条件

1、场地位置

拟建工程场地位于北京市昌平区孙河村西，北邻北京平原主要河流温榆河（见图1）；南邻京平高速，东邻京顺路，场地中心地理坐标为（E116°31'4.4"，N40°2'40.6"）。

场地近似为一矩形，东西宽约 1500m，南北长约 1650m，场地及周边地带地形总体平坦。

2、区域地质条件

本项目工程场地位于北京平原北部。

北京平原属华北平原的一部分，新构造运动主要经历了早第三纪差异性裂陷形成的盆岭构造和晚第三纪以来区域性整体沉降拗陷作用，因此早期平原裂陷区就具有了多隆多拗、多凸多凹的多层次掀斜断块的构造特征，且在拗陷与凹陷中堆积了巨厚的陆相碎屑岩，后期平原区发生的整体下沉成为大型拗陷盆地，第三系与第四系逐渐填平先前的拗陷与凹陷，并超覆到隆起和凸起之上，新生沉积层最厚可达数千米。

拟建场地位于温榆河一级阶地（冲积平原）地貌单元，高程约 28~32m。场地内及周围地形整体较平坦，最大高差 4m 左右。

据附近钻孔资料，拟建场地附近第四纪地层厚度约 300m-450m 左右(推测)。地表下 100m 深度范围内主要为冲洪积地层；近地表为填土层，其下为粘性土、粉土、砂土、卵砾石等组成；下伏基岩主要为侏罗系 (J₂₋₃) 砂岩、中酸性火山熔岩与火山碎屑岩等。

3、场区地震与活动断裂

据历史资料记载和 1970 年建立起来的区域地震台网记录，场区附近无破坏性地震（图 3），据统计场区在西北侧和北侧分别于 1990 记录一次 4.5 级地震，1996 年记录一次 4.0 级地震，但曾遭受最大影响地震烈度 VIII 度（1679 年三河-平谷 8 级地震）。

有关场地附近的断裂展布情况主要见于 1:20 万北京地区活动构造体系图(1979)和北京市基岩断裂分布图(1979)，场区附近存在北西向南口孙河隐伏断裂和北东向顺义-良乡断裂北段，但断裂位置存在明显差异（图 4）。

对于这两条断裂的认识，初期主要依据基岩钻孔资料和第四系埋深进行推测，近年来沿这两条断裂不同单位进行了一系列的探测工作，特别是十五期间北京市地震局和北京市地质调查研究院等单位对这两条断裂在孙河一带的完成的地球物理勘探工

作，提高了人们对这两条断裂的认识。

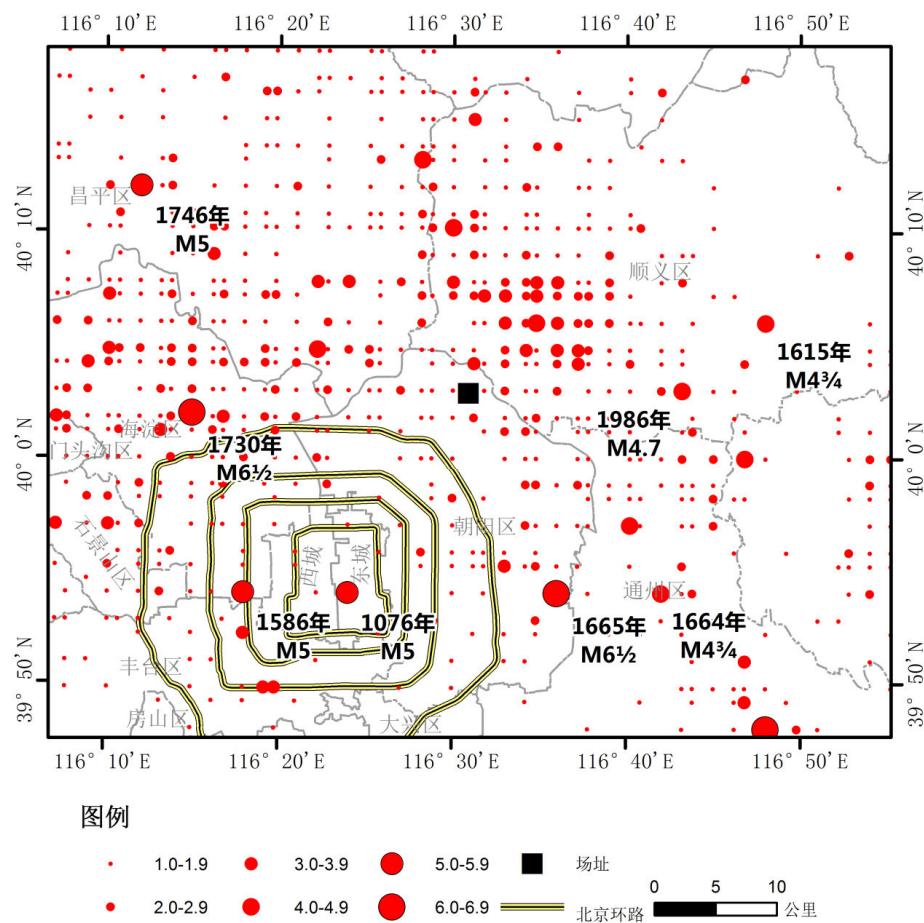


图 3 场地附近地震震中分布图

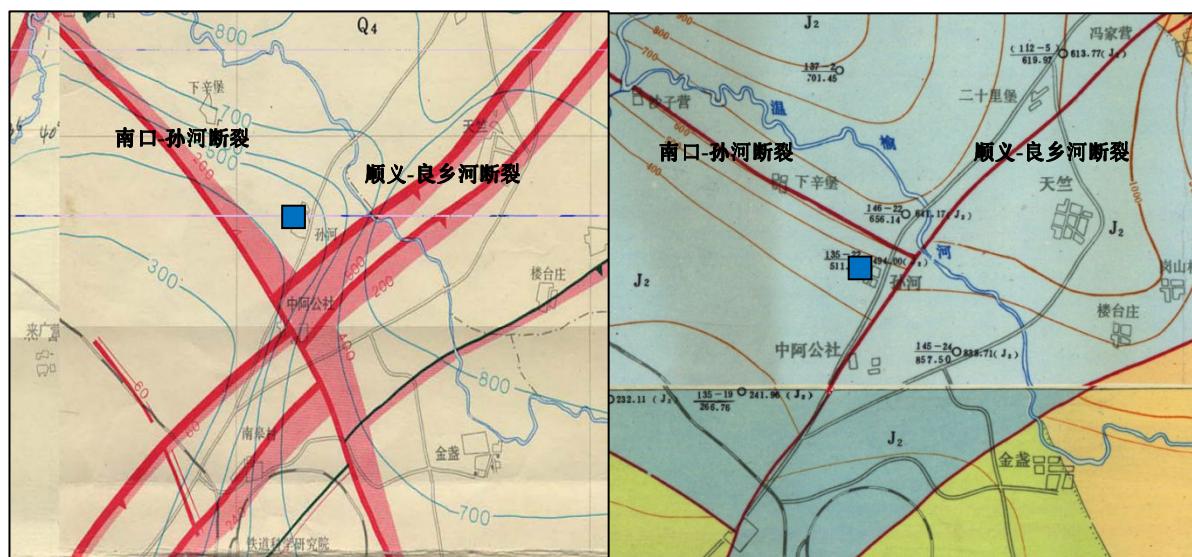


图 4. 场址附近断裂分布图

(左侧活动构造体系图, 右侧基岩断裂分布图)

四、场地附近高精度重力剖面和航磁测量工作

北京地区一些主要隐伏断裂最初均与布格重力异常和航磁异常测量结果解译有关。布格重力异常是由不同深度上密度不均匀影响的总和引起的，地壳厚度变化和上地幔密度变化主要引起区域重力场的变化，而地壳内部密度界面起伏和密度横向变化主要引起局部重力的变化。航磁异常主要是壳源部分磁性层和磁性体的综合反应，根据线性磁异常或梯度带，不同类型磁场的线性边界线，磁力高与磁力低的相间排列，等值线走向的水平错动等特征可以用来推测深断裂。

由于孙河一带断裂均处于隐伏区，对断裂的认识和定位宜采用多方法综合探测。十二五期间，我们选用高精度重力和磁力剖面测量和面积测量，对北西和北东向断裂进行了控制性调查。

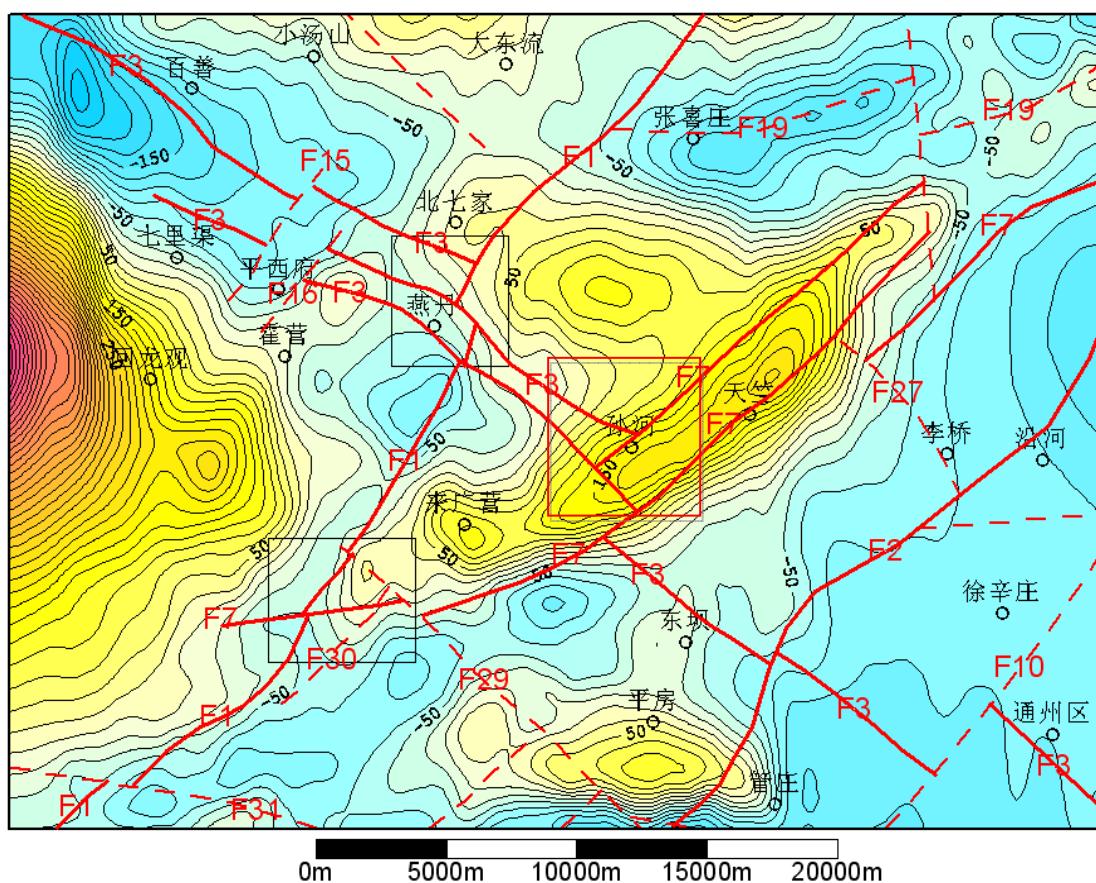


图 5 南口孙河和顺义断裂交汇区附近航磁化磁极异常与断裂解译图

从重力测量和航磁异常结果看出：

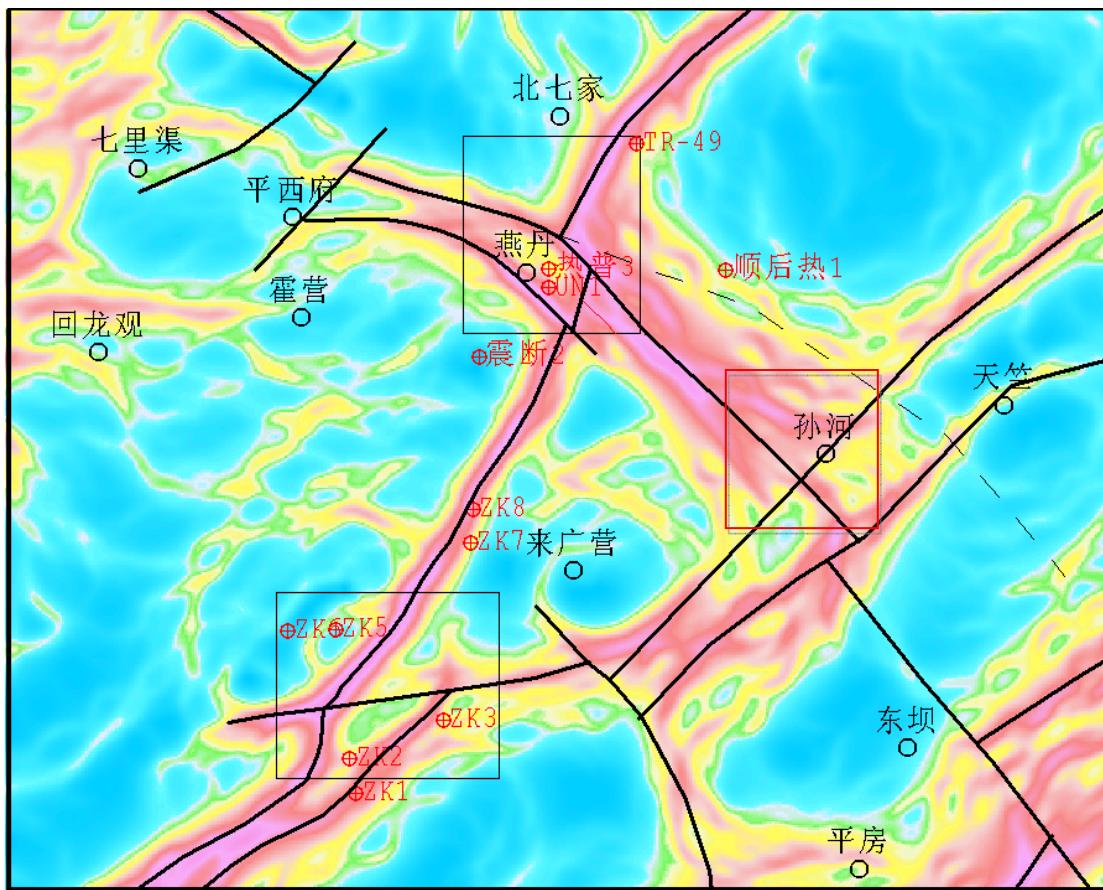


图 6 南口孙河和顺义断裂交汇区附近高精度重力异常与断裂解译图

- 1、重力测量结果显示北西向和北东向断裂在重力测量结果上有明显反映。
- 2、依据重力梯度最大原则划分断裂，可判定南口孙河断裂不是从孙河以北经过，而是从孙河以南通过。
- 3、南口孙河断裂在燕丹乡一带表现为双断裂带，镇断 2 处为重力高，顺后热 1 处为重力低，渐次降低的重力场揭示出两个密度陡变带，是断裂表现为双带的体现。燕丹与孙河之间，断裂表现为醒目的重力异常梯度带，有中带和南带通过，中带位于重力梯度带中部陡变处，南带在高值下降部位。该段南部两侧重力差异大，南部来广营重力高最大为 5.7mGal，北部沙子营重力低最小为-9.7mGal，相对重力差异达到 15.4mGal。两带之间存在局部重力低，是通过剩余重力异常计算和二次导数计算识别出来的，对于认识浅层的岩石密度分布、研究活断层活动的在表层的地质作用结果具有重要意义

4、顺义断裂走向北东东转向北东，在孙河与健翔桥之间，表现为宽大低缓的重力梯度带(图 6)。同时是大规模航磁异常的边界，属中生界火山盆地的盆缘断裂(图 5)。

顺义断裂带西侧断裂南经孙河，东侧断裂经过天竺，其中由孙河分支断裂和天竺分支断裂挟持了一个窄带状地质体，具有重磁同源线状同高的特点，推断可能是由陡变断裂控制的偏中性或基性火山岩带引起。

五、场地及其附近浅层物探工作

1、测线分布

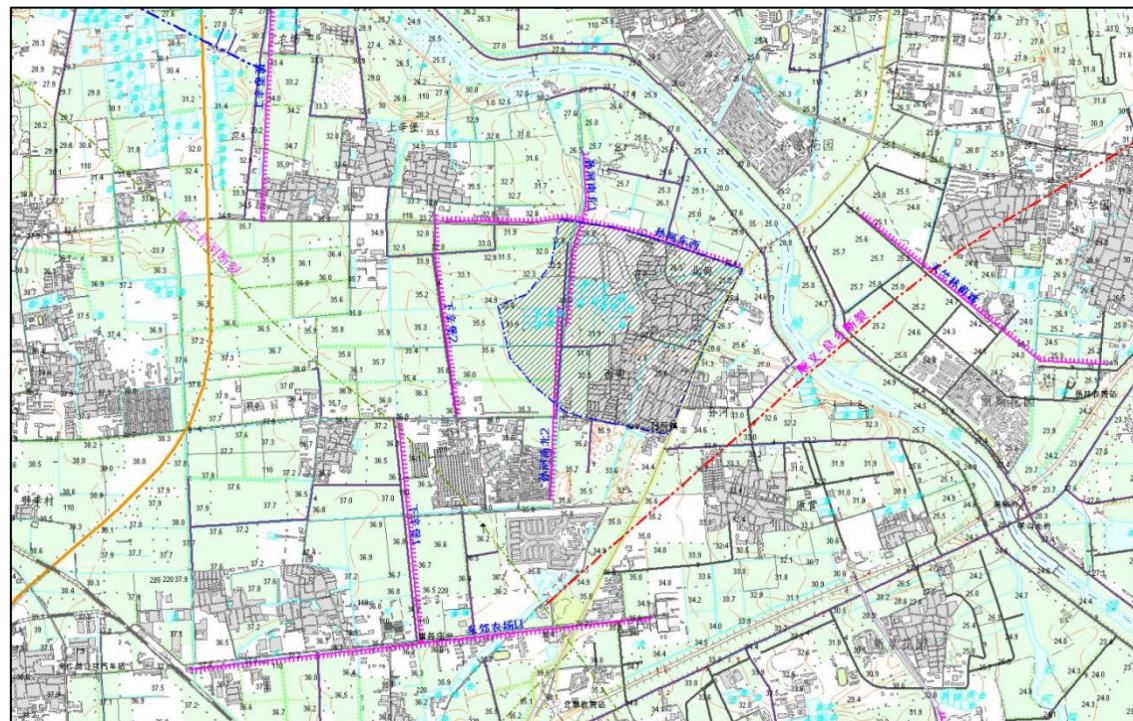


图 7 浅层地震测线平面位置图

由于孙河处于北东向断裂和北西向断裂交汇地带,近 10 年来对该地段断裂位置积累了一定的探测工作,为了更好地确定场地及其附近断裂的关系,我们收集整理了场地邻近范围已有的探测资料。

(1) 北京市地震局十五期间于天竺林荫路测线、东郊农场 2 测线、上辛堡测线、下辛堡 1 测线、下辛堡 2 测线、孙河南北向 1 测线、孙河南北向 2 测线、孙河东西向测线 (见图 7)。

其中天竺林荫路测线方向为南东-北西向，测线全长 2895m；东郊农场 2 测线沿来广营东路自东向西布设，测线全长 4336m；上辛堡测线位于朝阳区黄港镇上辛堡村西，测线方向近南北向，全长 2062m；下辛堡 1 测线沿着马泉营村西的一条近南北向的公路布设，测线全长 2049m；下辛堡 2 测线沿着马泉营村至和下辛堡村之间的一条近南北向的公路布设，测线南端起自马泉营村北，北端止于下辛堡村口，测线全长 1797m。

(2) 北京市地质调查局及我公司于完成的孙河南北向 1 测线,孙河南北向 2 测线和孙河东西向测线（见图 7）。

其中孙河南北向 1 测线北起于金色河畔俱乐部南界，向南至于顺白路北约 750m 处，全长 1830m；孙河南北向 2 测线布设于穿越场地的现状南北向柏油路，起于顺白路北约 1000m，向南沿小公路穿过顺平路，测线全长 1632m；孙河东西向测线位于场地北界，沿顺黄路布设，西起下辛堡村南，东至于京顺路西侧，全长 2400。

2、浅层地震勘探方法与仪器设备

（一）高分辨率浅层地震反射勘探方法

地震勘探方法是基于地下介质的物性差异和人工激发地震波在介质中传播特性来探测地下目标物的一种地球物理方法。

高分辨率多次覆盖地震反射勘探方法是指在不同激发点激发、不同接收点接收来自地下界面相同反射点的多个地震记录道进行动校正后叠加。如图 8 所示，O₁、O₂、O₃…为测线上的激发点，在测线上相应的接收点 S₁、S₂、S₃…处接收来自地下水平界面 R 上 A 点的反射波，A 点为共反射点或共深度点 (CDP)，M 为共中心点 (CMP)，d 为炮间距或道间距，在 S₁、S₂、S₃…处采集的地震记录道为共反射点（或共深度点）叠加道，其相应的传播时间为 t₁、t₂、t₃…。共深度点叠加道的集合称作共深度点道集，其反射波时距曲线方程为：

$$t_k = \frac{1}{V} \sqrt{4 h^2 + x_k^2}$$

其中 x_k 为炮检距, h 为界面埋深, V 为界面 R 以上的地层速度。当 x_k=0 时, t₀=2h/V 是共中心点 M 处的的法线旅行时。

共深度点道集的反射波时距曲线反映的是界面 R 上 A 点的反射，因炮检距 x_k 不同，所以记录道的反射波到时对应于不同的反射时间 t_k ，经过动校正（NMO）处理后，其反射波旅行时减去正常时差 Δt_i ，使共深度点道集中所有记录道上的反射波时间都为共深度点处的法线旅行时，然后再将共深度点道集的地震记录道叠加，可获得共中心点 M 处的高信噪比反射波记录。对所有共中心点道集数据进行相同的处理，可得一条反映各点自激自收反射信息的叠加时间剖面。理想情况下，地震记录经 n 次叠加后，信噪比 S/N 提高 \sqrt{n} 倍。

采用多次覆盖地震反射勘探方法可有效的压制多次波和衰减各种随机干扰，因此该技术已在浅层地震反射勘探中被广泛采用。

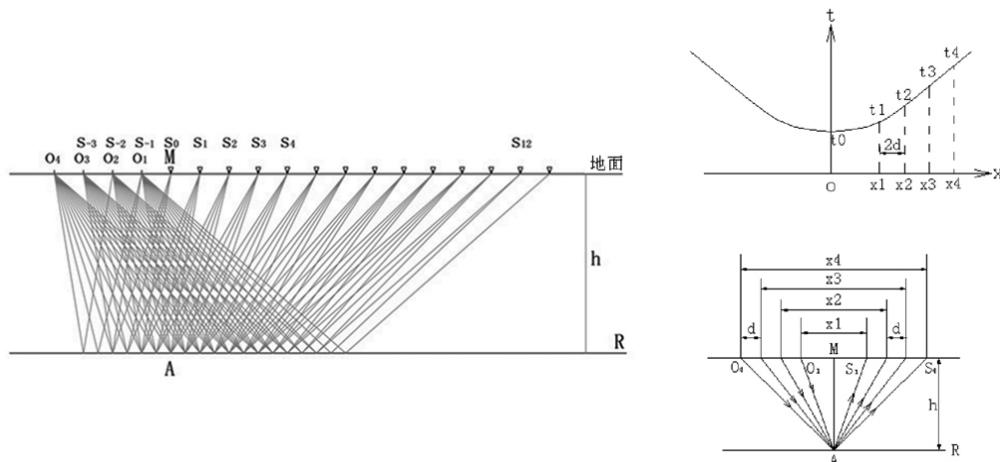


图 8 多次覆盖反射勘探原理示意图

（二）地震勘探仪器设备

5.2.1 地震仪

上述测线探测工作浅层地震数据采集使用法国 Sercel 公司生产的 SN408 数字地震仪。使用该数字地震仪进行地震数据采集，不但解决了数据传输过程中降低记录信噪比的问题，而且，利用该仪器所具有的高采样率、高宽记录频带、大动态范围和能对可控震源资料进行现场实时相关处理等特点，也解决了在城市内开展浅层高分辨率地震勘探工作的抗干扰问题。另外，该仪器灵活多变的排列监视、数据监控和各种测试功能，使得现场可随时监视记录质量和设备工作状态，从而保证数据采集的可靠性。

5.2.2 地震波激发源

如何激发出能量强、频带宽的高频反射信息是获得高信噪比和高分辨率地震资料的前提。在浅层地震勘探中，目前采用的地震波激发震源主要有炸药震源、锤击震源、枪源、夯源和可控震源等。从适应城市工作环境和提高地震资料信噪比的角度出发，上述测线探测工作采用了抗干扰能力强的美国 IVI 公司生产的 Metrz 18615 型可控震源来激发地震波。该震源的激震频率范围为 10-250Hz，线性扫描和非线性扫描可选，最大出力 18000kg。本次探测所采用的震源扫描方式和扫描参数为：连续变频扫描，扫描频带 30~200Hz。扫描起始频率和终了频率之比约 2.75 个倍频程，满足可控震源起始频率和终了频率之比 ≥ 2.5 个倍频程的技术要求。

5.2..3 检波器

浅层地震反射勘探中，我们总希望获得频带宽、主频高的地震信号。因此，在数据采集时应采用既可压制低频干扰，又可拓宽记录高频上限的地震检波器。然而，检波器的灵敏度又与检波器的幅频特性有关，随着检波器固有频率的升高，检波器对低频成分的压制效果变好，但输出灵敏度变低。因此，工作中应根据探测深度的大小和地震信号的强弱合理选择适用的地震检波器类型。为了提高检波器的灵敏度，可以把 n 个检波器放置在一起，则检波器总输出的信噪比就是单个检波器的 \sqrt{n} 倍。综合以上分析并结合以往开展类似工作的经验，在本次浅层地震勘探工作中，我们使用重庆地质仪器厂生产的主频为 60Hz 的检波器（CDJ—Z/P60）。每串 3~4 个检波器，采用点组合方式接收。

(三) 反射波探测试验和观测系统

在每条测线施工前，都做了扩展排列试验，并对试验记录现场进行简单处理，以便了解场地的施工环境和干扰情况，选取最佳采集参数。

3、地震地震数据处理与资料解释

(一) 地震数据处理

地震数据处理采用专业地震数据处理交互软件包进行处理。首先对局部干扰严重的地震记录采用剔除干扰道再垂叠处理，其次对地表高程和浅表低速层横向差异进行

静校正处理，然后进行多次覆盖反射叠加处理，如频谱分析、滤波、反褶积、速度分析、动校正、共中心点叠加、时深转换等，获得地震反射时间和深度剖面。

（二）地震反射叠加时间剖面

地震反射叠加时间剖面是资料解释的基础图件，其横坐标为地下共深度点（CDP）序号和相应的测点桩号（GRPX，单位：m），纵坐标为反射波的双程旅行时（单位：ms）；利用数据处理过程得到的平均速度，对地震反射叠加时间剖面进行时-深转换，绘制地震反射深度剖面，其纵坐标为深度（单位：m）。

（三）剖面分析与解释

以下分别对上述探测剖面进行分析：

① 天竺林荫路测线

天竺林荫路测线方向为南东-北西向，测线桩号 0m~575m 之间为一个正在施工的工程场地，575m 桩号以后沿着林荫路布设，终止于林荫路的北西端，测线全长 2895m。林荫路是一条交通要道，道路上的过往行人和车辆对地震观测排列影响较大，给地震勘探的现场施工带来了一定的困难。

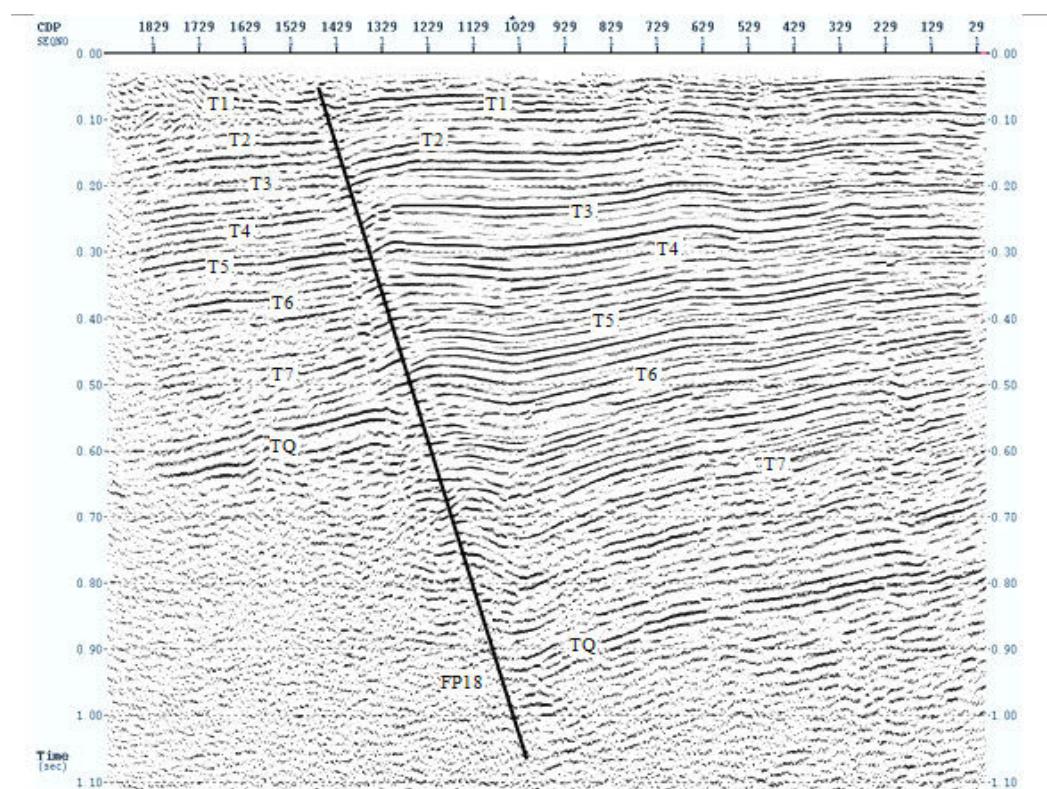


图 9 天竺林荫路测线叠加偏移时间剖面图(道间距 3m)

由图 9 的叠加偏移时间剖面可以看出，尽管该测线的施工条件复杂多变，仍获得了信噪比高的反射叠加剖面。该测线经过地段内的所有地层界面反射非常丰富，且都有着较强的反射能量。根据时间剖面特征，从上到下可以识别出多组连续性好的反射震相，因断层作用，使得断层下降盘一侧的第四系覆盖层厚度明显变厚，地层反射增多，在 TQ 反射波以下，反射同相轴出现无规律、反射能量变弱或无反射。

根据时间剖面图特征，在剖面 2214m 附近解释了一条倾向南东的正断层 FP18，该断层错断了剖面上的所有地层界面，它在剖面上可分辨的上断点埋深约为 38~42m，对应 T1 反射层的断距约为 4~6m。

从该测线的深度解释剖面可以看出，该测线上部地层 T1~T4 基本呈近水平展布，T5 之下的地层反射界面呈现出南东埋深浅，往北西逐渐加深的形态。T1 以下的反射界面在断层东南侧变深，断层断距随着深度的增加而增大。

② 东郊农场 2 测线

东郊农场 2 测线沿来广营东路自东向西布设，东端起于国营东郊农场门口，穿过京顺路、崔各庄，西端止于京包铁路边来广营东路拐弯处，测线全长 4336m。

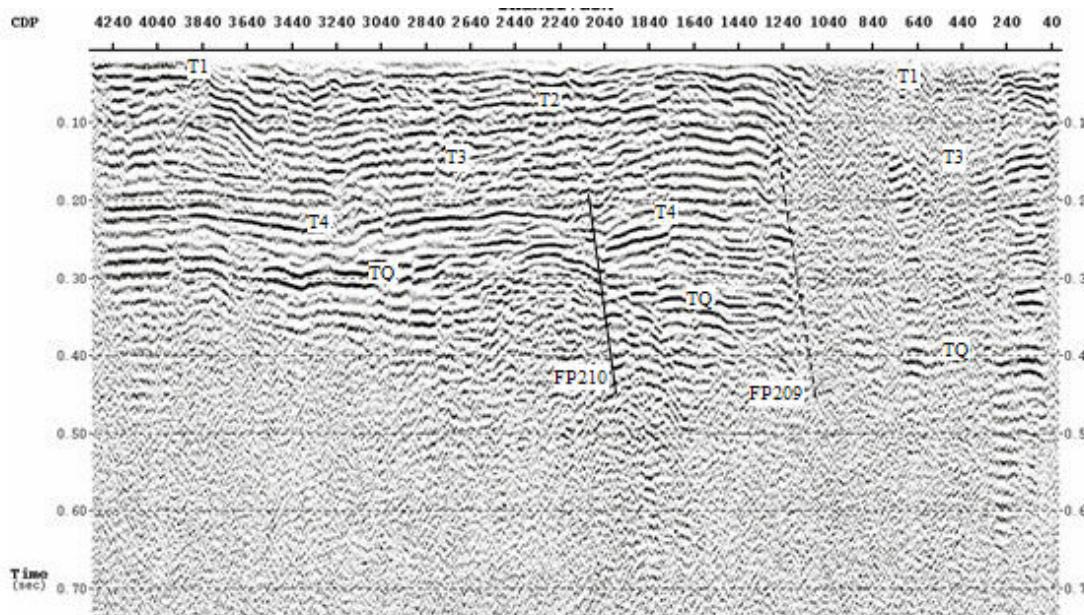
**图 10 东郊农场 2 测线反射波叠加时间剖面图(道间距 2m)**

图 6 为东郊农场 2 测线的时间剖面图。由图可以看出，剖面上能可靠分辨的为 T4 和 TQ 反射波，T1~T3 反射波的分辨率较差。在测线桩号 1206m 附近，东西两边同相轴的反射能量出现明显变化，这可能是激发条件不好引起的，但该段下方的 TQ 反射震相还有明显时差，推测相应位置上可能有断层存在。由于剖面的分辨率较差，因此，该断点（FP209）的可靠性不是太高。另外，在测线桩号 2047m 左右 T4 以下的反射波同相轴数目出现变化，同时伴有同相轴的扭曲和畸变，推测相应位置上也可能有断层（FP210）存在。

断层 FP209 在剖面上可分辨的上断点埋深约为 92~96m 左右，它在 T3 反射界面的错断距离约为 3~4m。断层 FP210 在剖面上可分辨的上断点埋深约为 133~138m 左右，它使 T4 反射界面垂直错断了约 5~7m。

表 1 东郊农场 2 测线的断点参数表

| 断点编号 | 对应层位 | 断点位置 (m) | 上断点埋深 (m) | 垂直断距 (m) | 视倾向 | 断层性质 | 可靠性 |
|-------|------|-------------|--------------|-------------|-----|------|-----|
| FP209 | T3 | 1206 | 92~96 | 2~4 | 东 | 正断层 | 一般 |
| FP210 | T4 | 2047 | 133~138 | 5~7 | 东 | 正断层 | 较可靠 |

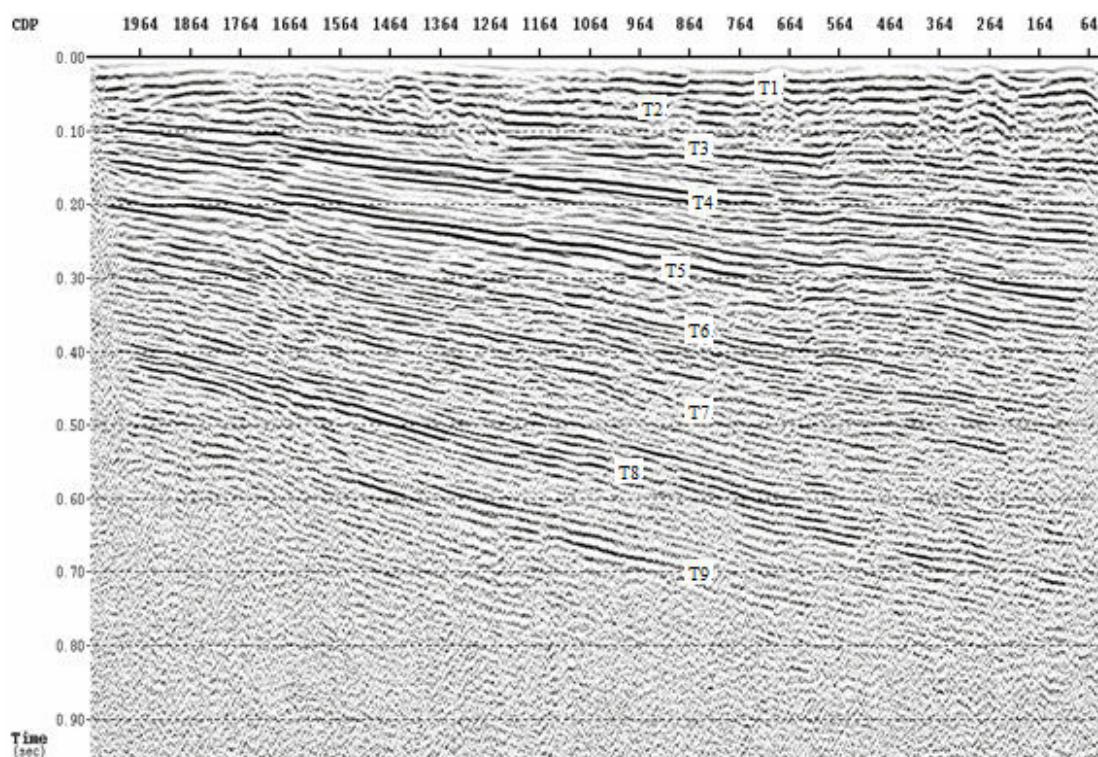


图 11 上辛堡测线反射波叠加时间剖面图(道间距 2m)

③ 上辛堡测线

该测线位于朝阳区黄港镇上辛堡村西，测线方向近南北向，沿沙黄路布设。测线北端起自沙子营村东沙黄路拐弯处，南端止于顺黄路，全长 2062m。

图 11 为上辛堡测线的浅层地震反射时间剖面图，由图可以看出，该测线在 700ms 以上存在多组反射能量较强、横向连续性较好的反射波同相轴，其能量在整条剖面上基本上都比较均衡。根据剖面特征解释了 9 组地层反射波 T1~T9，它们分别对应于不同深度的物性分界面，从它们在剖面上纵横向展布特征来看，100ms 以上和其以下的地层界面有着完全不同的形态，双程到时 100ms 以浅，T1 和 T2 界面基本呈近水平展布，而在 100ms 之下，所有的地层反射面均一律向着剖面的北侧倾伏。T9 反射界面是剖面上强、弱能量变化的分界，我们把它解释为新生界的底界。由于没有可供利用地质钻孔资料，还不能对剖面所揭示的多组地层反射进行相应的地质解释，但根据剖面上多组地层反射波的横向连续性及其分布特征来看，在该测线控制范围内没有发现断层存在的迹象。

④ 下辛堡 1 测线

该测线沿着马泉营村西的一条近南北向的公路布设，南端起于来广营东路，北端止于何各庄至马泉营的公路边，测线全长 2049m。

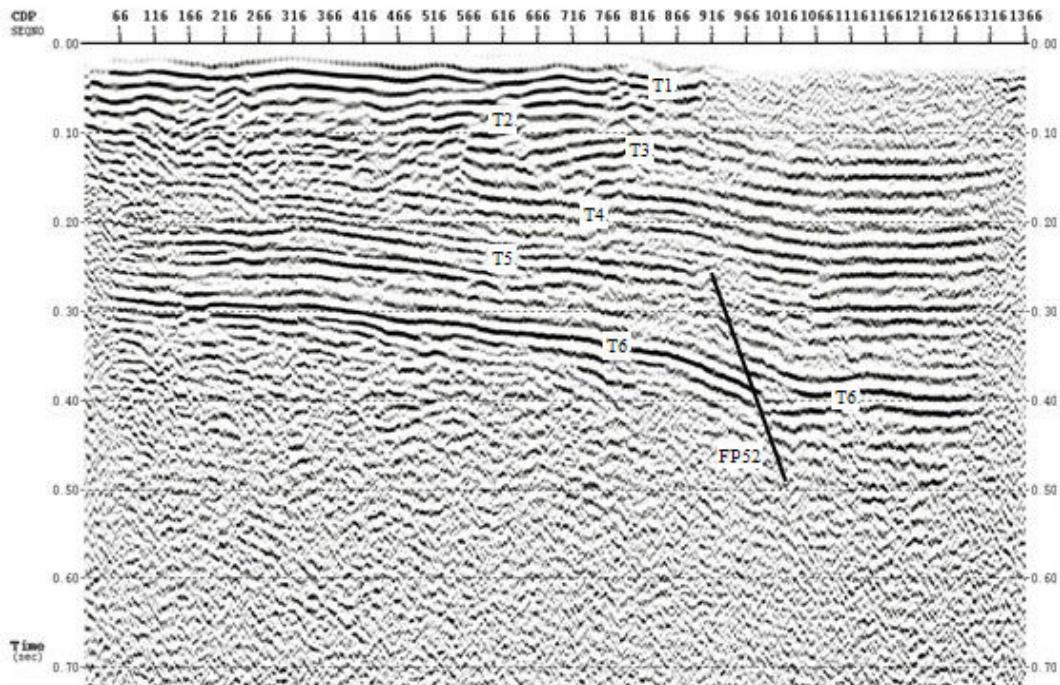


图 12 下辛堡 1 测线反射波叠加时间剖面图(道间距 2m)

图 12 为下辛堡 1 测线的浅层地震反射时间剖面图,根据该时间剖面上的反射波组特征,在剖面 400ms 以上解释了五组反射能量较强的地层反射波组 T1~T5。可以看出, T1 和 T2 反射同相轴在 CDP900(桩号 1350)以北不能被分辨,可能是由于该区段内浅部地层介质在横向的不均匀性造成的。T4~T6 反射波在整条测线上都能可靠对比和追踪,其变化形态由南向北逐渐加深。根据反射界面 T5 和 T6 产状的变化和反射波同相轴数目的明显增减,在测线桩号 1384m 处解释了一个向北倾的断点 FP52, 它错断了 T5 和 T6 反射面,其上断点深度约 155~160m, 对应 T5 的断距约为 18~20m。

⑤ 下辛堡 2 测线

该测线沿着马泉营村至和下辛堡村之间的一条近南北向的公路布设,测线南端起自马泉营村北,北端止于下辛堡村口,测线全长 1797m。

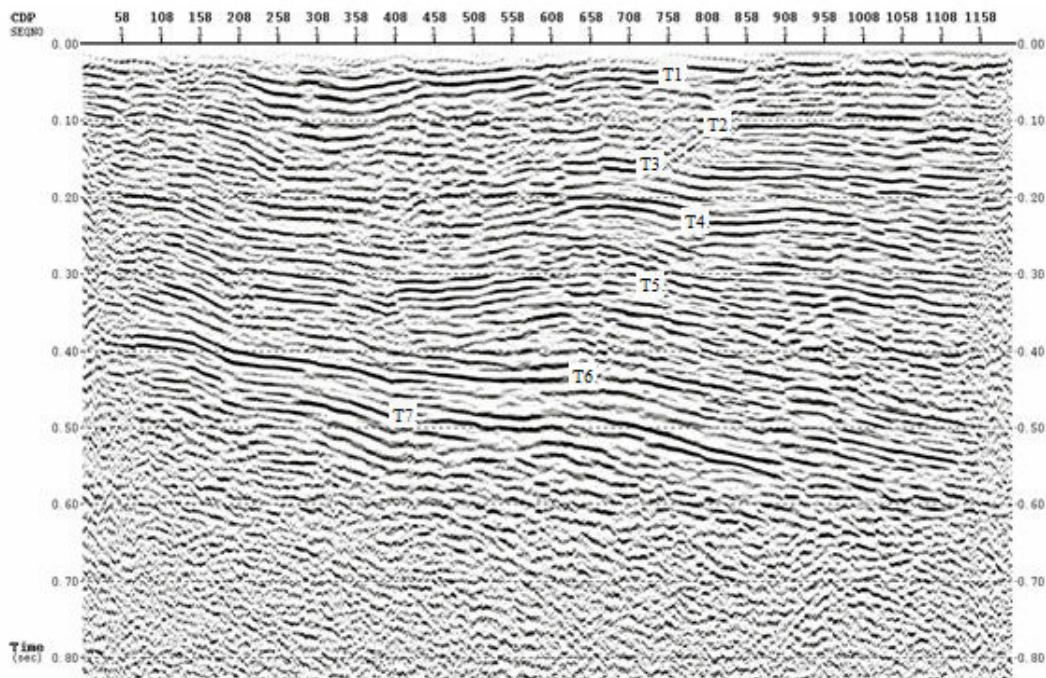


图 13 下辛堡 2 测线反射波叠加时间剖面图(道间距 2m)

图 13 为下辛堡 2 测线的浅层地震反射时间剖面图,依据剖面所揭示的地层反射波组特征,在剖面双程到时 600ms 以上解释了 7 组能量相对较强的地层界面反射波 T1~T7, 其中, 地层反射波 T1~T5 在剖面上基本呈近水平展布, 局部地段上出现有一定的起伏, 但起伏变化不大, 而 T6 和 T7 反射界面在剖面上表现为其埋深由南向北逐渐加深的单斜形态。从剖面上多组地层反射波的展布特征和横向连续性来看, 在该测线范围内没有断层通过。

⑥ 孙河南北向 1 测线

孙河南北向 1 测线北起于金色河畔俱乐部南界, 向南至于顺白路北约 750m 处, 全长 1830m (图 14).

该测线在 700ms 以上存在多组反射能量较强、横向连续性较好的反射波同相轴, 其能量在整条剖面上基本上都比较均衡。根据剖面特征解释了 5 组地层反射波 T1~T5, 没有明显的反射同相轴错断等断层特征。

根据附近顺 2 钻孔揭示第四系埋深在 494 米, 对应于 T5 反射波组。

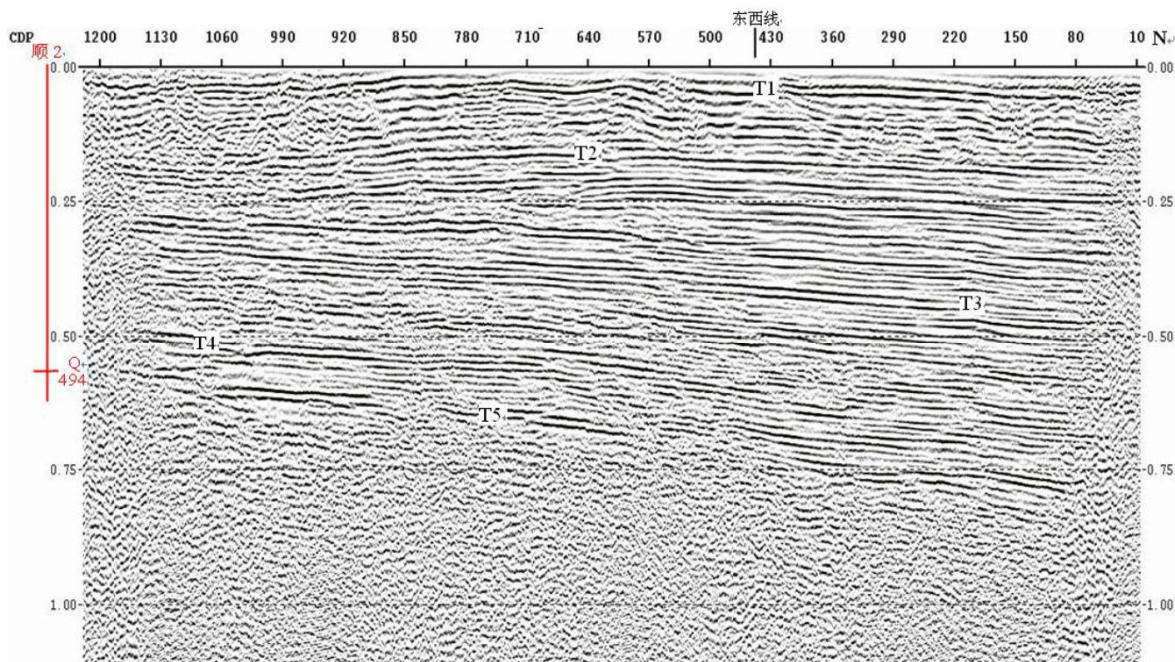


图 14 测线反射波叠加时间剖面图(道间距 3m)

① 孙河南北向 2 测线

孙河南北向 2 测线布设于穿越场地的现状南北向柏油路, 起于顺白路北约 1000m, 向南沿小公路穿过顺平路, 测线全长 1632m (图 15);

结合该地区以前所做工作及附近钻孔资料, 将双程走时 600ms 附近的一个强反射波组解释为第四系底界 TQ, 其形态与孙河南北向 1 测线相似, 呈明显的北深南浅。剖面北部, TQ 界面以上有多个强反射波组可以连续追踪, 为第四系内部界面反射, 共解释了 4 个较强的波组, 这些波组间可见较为丰富的弱反射; 剖面桩号 950m 左右以南, 各反射波组的反射能量由南向北逐渐变弱, 但 TQ 界面反射特征依然明显, 可以连续追踪解释。

T01~T04 波组在剖面南段随着反射能量变弱而较难识别, 但其下部 TQ 界面则在整条界面上可以连续追踪解释, 没有发现错断 TQ 界面的断层特征。

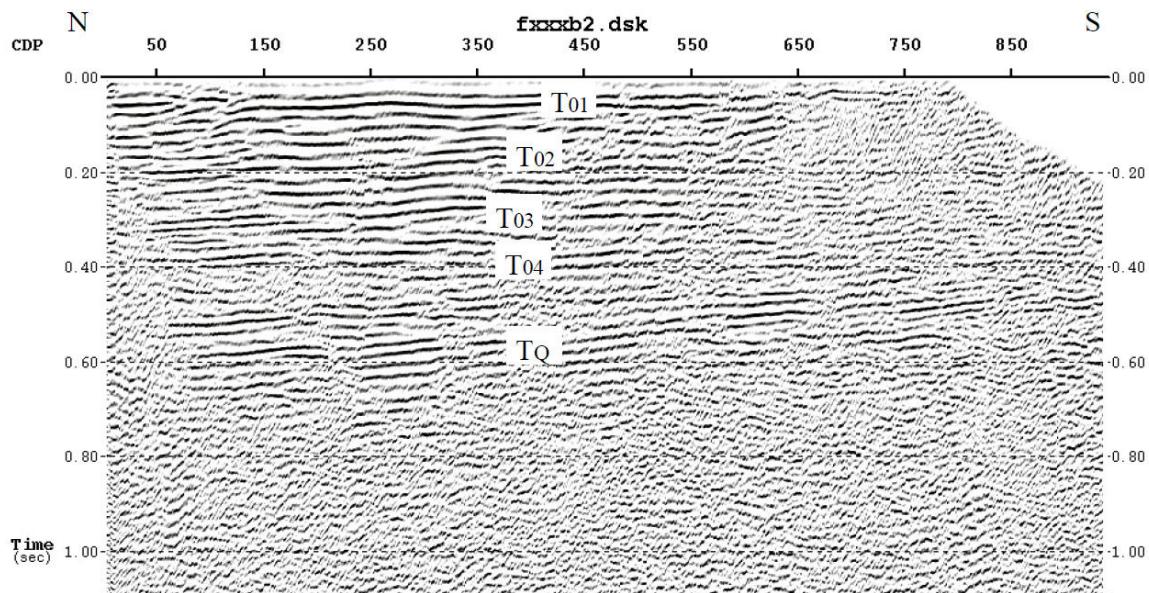


图 15 测线反射波叠加时间剖面图(道间距 3m)

⑧ 孙河东西向测线

孙河东西向测线位于场地北界，沿顺黄路布设，西起下辛堡村南，东至于京顺路西侧，全长 2400（图 16）。

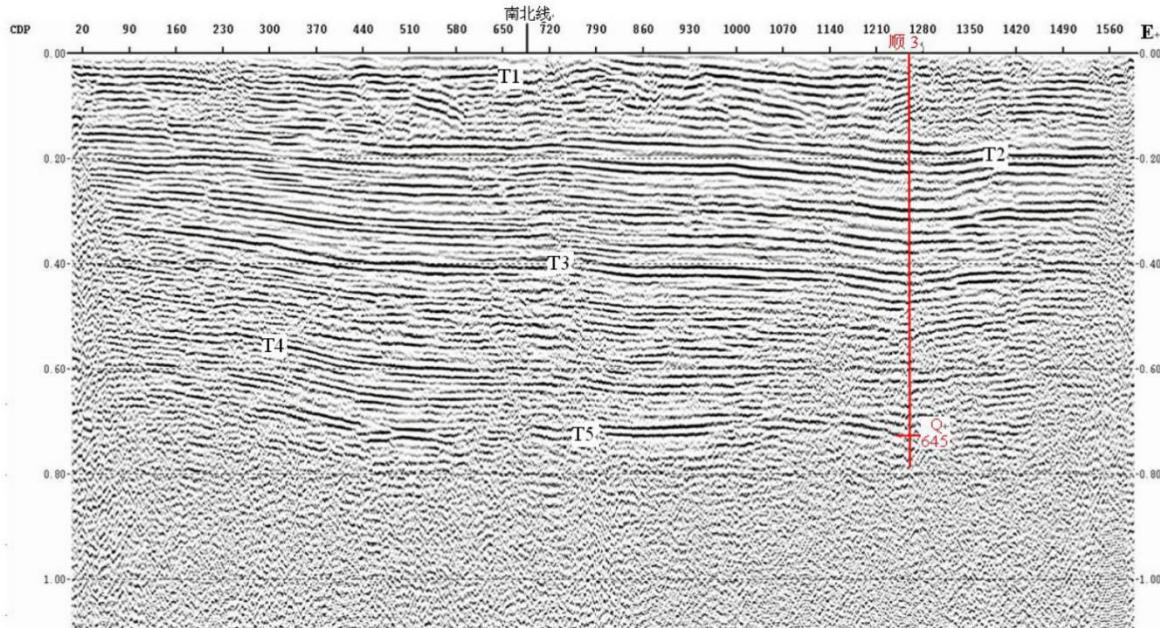


图 16 测线反射波叠加时间剖面图(道间距 3m)

该测线在 700ms 以上存在多组反射能量较强、横向连续性较好的反射波同相轴，其能量在整条剖面上基本上都比较均衡。根据剖面特征解释了 5 组地层反射波 T1～T5，没有明显的反射同相轴错断等断层特征。

根据附近顺 3 钻孔揭示第四系埋深在 645 米, 对应于 T5 反射波组。

4、场区附近地震资料解释结果

依据浅层人工地震剖面解释结果, 8 条测线共解释 3 个断裂异常点, 其中下辛堡 1 测线和东郊农场 2 测线解释的断裂在反射特征上基本相似, 认为属一条断裂, 为南口-孙河断裂位置; 天竺林荫路测线解释的断裂其两侧波阻抗界面特征同前了个断裂解释差异明显, 不属南口-孙河断裂反映, 应为北东向顺义断裂反映, 这和重力和航磁解释结果可以类比(图 17)。

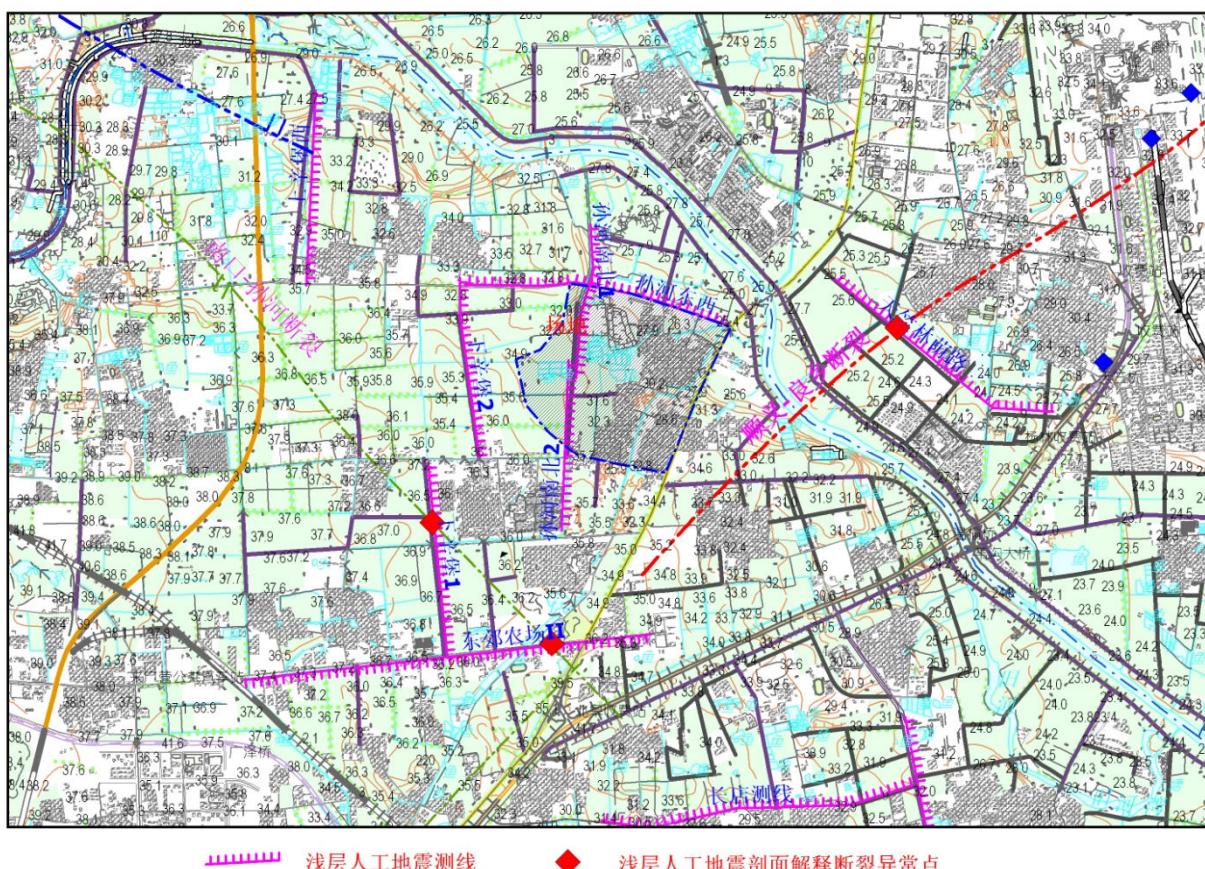


图 17 浅层人工地震反射波剖面解释结果和场址附近断裂分布图

根据以上原则对场区内 8 条测线浅层地震结果对比分析, 场地内不存在明显断层解释结果,

北西向断裂 (南口孙河断裂) 根据浅测人工地震探测在场地南侧通过, 距场地最短距离 1.25km, 北东向断裂 (顺义断裂) 根据浅测人工地震探测在场地东侧通过, 距

场最短距离 1.2km。

六、结论

- (1) 工程场地位于温榆河一级阶地（冲积平原）地貌单元，场地内及周围地形整体较平坦。据附近钻孔资料，场地近地表 100m 深度范围内主要为冲洪积地层,主要为填土层，粘性土、粉土、砂土、卵砾石等组成.
- (2) 据历史资料记载和 1970 年建立起来的区域地震台网记录，场区附近无破坏性地震.
- (3) 据现有资料场区附近存在北西向南口孙河隐伏断裂和北东向顺义-良乡断裂北段,依据场区及附近 8 条测线浅层地震资料结果对比分析，场地内不存在明显断层解释结果.
- (4)根据浅层地震资料结果可以认为北西向断裂（南口孙河断裂）根据浅测人工地震探测在场地南侧通过，距场地最短距离 1.25km，北东向断裂（顺义断裂）根据浅测人工地震探测在场地东侧通过，距场最短距离 1.2km。
- (5)根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) 第 4.1.7 条规定，本工程场地内拟建建筑物可不考虑场区附近断裂的地表错动影响。