

郑州薛店机场工程场地  
地震安全性评价综合研究报告

国家地震局地球物理勘探大队

一九九四年四月



# 郑州薛店机场工程场地 地震安全性评价综合研究报告

国家地震局地球物理勘探大队

一九九四年四月



**数据加载失败，请稍后重试！**

# 河南省地震局文件

豫震发防[1994]06号

签发人：许志荣



## 关于“郑州薛店机场工程场地 地震安全性评价综合研究报告”的批复

国家地震局地球物理勘探大队：

你单位报来的“郑州薛店机场工程场地地震安全性评价综合研究报告”，已通过“河南省地震安全性评定委员会”的评审，现批复如下：

同意该报告的地震基本烈度及地震动参数意见。

特此批复



抄送：郑州薛店机场筹建处

项 目 名 称： 郑州薛店机场工程场地  
地震安全性评价

委 托 单 位： 郑州薛店机场筹建处

完 成 单 位： 国家地震局地球物理勘探大队

项目负责人： 刘昌铨      研究员

王明魁      研究员

顾梦林      副研究员

# 目 录

前 言 .....	1
第一章 地震环境调查和分析研究 .....	5
第一节 区域地质构造背景 .....	5
第二节 区域地球物理场特征 .....	15
第三节 区域地震活动性分析 .....	19
第四节 近场地震地质特征及地震活动性 .....	31
第二章 地震危险性分析 .....	47
第一节 地震危险性分析方法概述 .....	47
第二节 地震带地震活动参数确定 .....	48
第三节 潜在震源区划分及其地震活动性参数确定 .....	51
第四节 地震动参数衰减关系 .....	58
第五节 地震危险性分析结果 .....	61
第三章 工程场地土层地震反应分析 .....	65
第一节 土层地震反应分析原理和方法 .....	65
第二节 合成基岩加速度时程 .....	66
第三节 工程场地土动力学模型建立 .....	70
第四节 工程场地土层地震反应计算结果 .....	80
第四章 工程场地断层勘察及其活动性评价 .....	88
第一节 野外地震数据采集 .....	88
第二节 数据处理 .....	91
第三节 时间剖面解释 .....	92
第四节 工作结论 .....	94

第五章	地震地质安全性评价 .....	95
第一节	工程场地工程地质概况 .....	95
第二节	砂土和粉土液化 .....	95
第三节	软土震陷 .....	97
第四节	地震地面破裂 .....	103
结 论	.....	104
参考文献	.....	108

## 前 言

郑州薛店机场是经国务院、中央军委批准立项，由中国民航、河南省和郑州市共同投资兴建的现代化大型机场。工程场址位于郑州市东南薛店镇东北，地理坐标东径 $113.84^{\circ}$ 、北纬 $34.52^{\circ}$ 。主要工程包括3400米长的跑道及滑行道各一条、40000米<sup>2</sup>的候机楼一座，以及相应的停机坪、站坪、通讯、导航、气象、货运楼、管委楼等工程。场区占地6000亩。国家地震局地球物理勘探大队受郑州薛店机场筹建处的委托，于一九九四年三月正式承接该工程的地震安全性评价工作。

根据现行的《中国地震烈度区划图(1990)》，郑州薛店机场工程场地位于地震基本烈度Ⅷ度和Ⅵ度交界线附近(见图1)。根据该图的使用规定，位于地震烈度分界线附近的新建工程应进行专门的地震安全性评价工作。按照《地震安全性评价工作规范及条文说明》(送审稿)，工程分为四类。其中Ⅲ类工程是指由国家主管部门审批的大中型项目中的主要工程，它们的破坏会导致严重的后果。郑州薛店机场主要工程属Ⅲ类工程。该规范规定，位于烈度Ⅷ度以上(含Ⅷ度)地区的Ⅲ类工程应进行概率

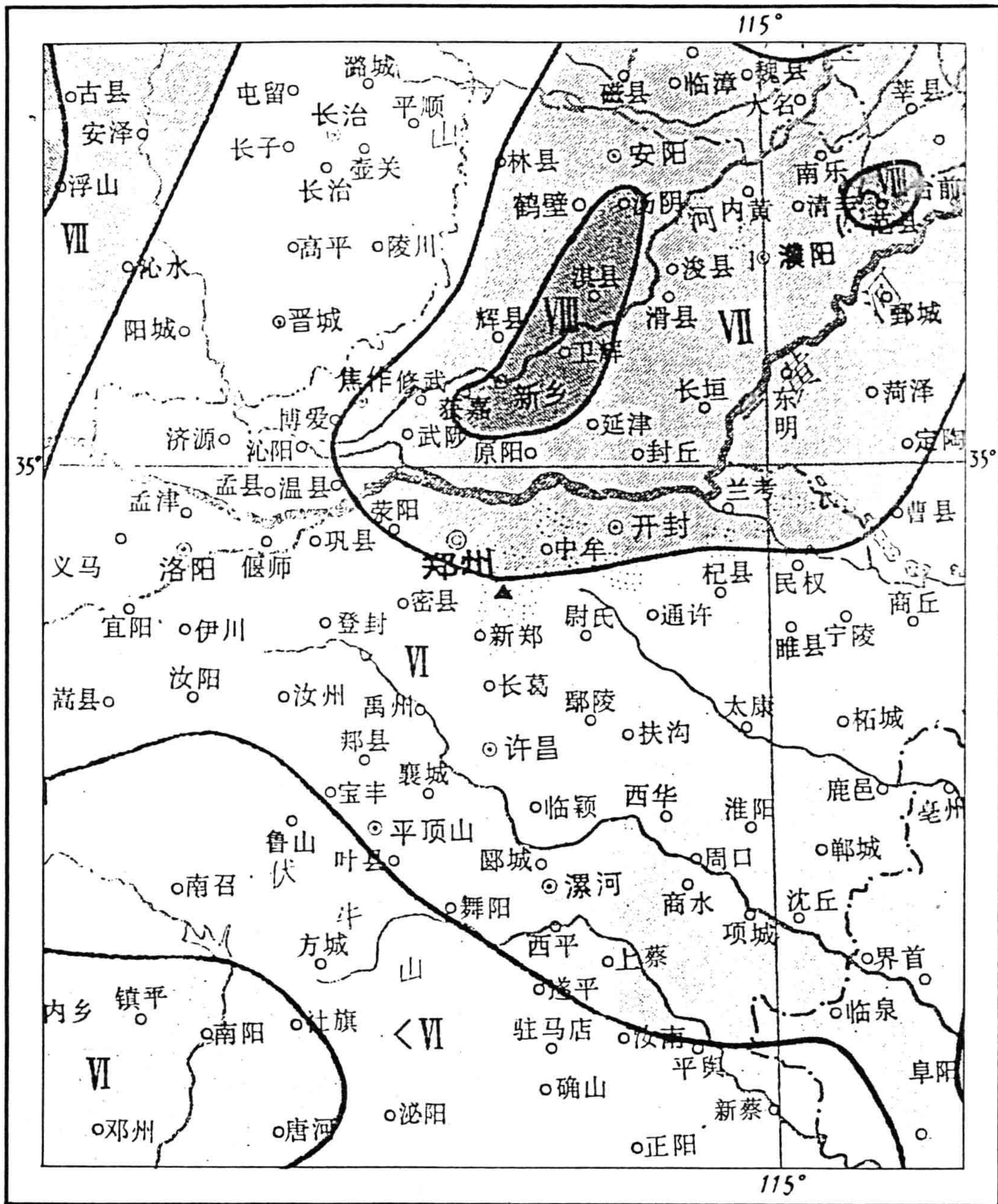


图 1 郑州薛店机场工程位置及烈度区划略图

地震危险性评定、场地设计地震动参数估计和地震地质安全性评价。

根据郑州薛店机场工程和场地的具体情况，按照《地震安全性评价工作规范及条文说明》(送审稿)，并参考《建筑抗震设计规范 GBJ11—89》，机场筹建处和国家地震局地球物理勘探大队双方共同商定，本次地震安全性评价工作包括以下几部分内容：

1. 工程场地地震环境分析研究；
2. 概率地震危险性分析，提出烈度复核结果；
3. 在工程场地钻两口80米深钻孔，进行土样常规测试、剪切波测井；
4. 建立工程场地土动力学模型，进行土层地震反应分析计算，提供地面地震动参数，包括加速度峰值、反应谱和时程曲线；
5. 布设两条地震勘探剖面，总长8000米，查明工程场地内及周围断层的情况，并进行工程评价；
6. 开展包括砂土液化、软土震陷和地震地面破裂在内的地震地质安全性评价。

以上几部分内容互相关连，通过一定的技术途径和若干步骤实现。其基本技术途径和工作流程如图2所示。

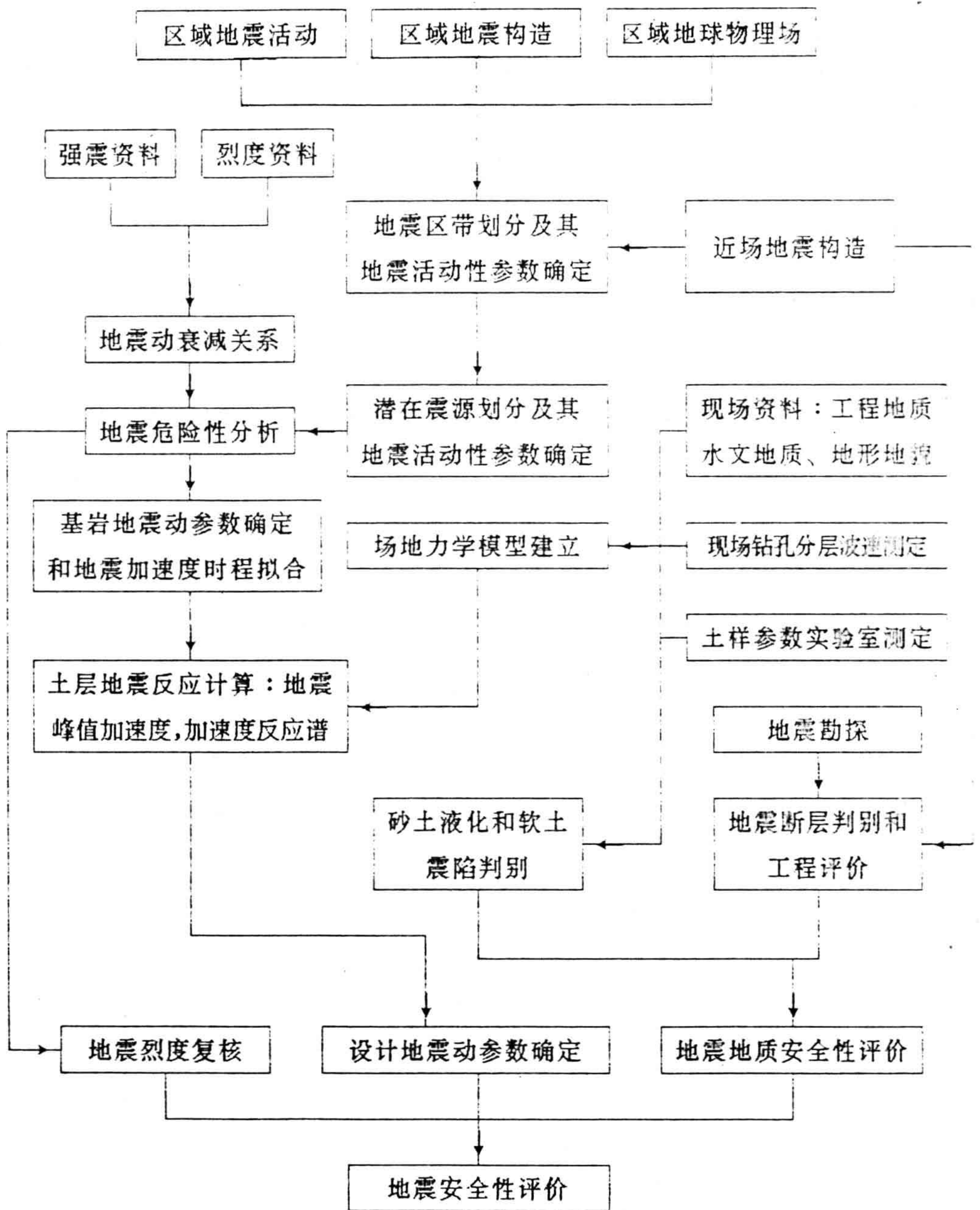


图2 郑州薛店机场地震安全性评价基本技术途径和工作流程

# 第一章 地震环境调查和分析研究

本章主要研究郑州薛店机场工程区域(以工程场地为中心,半径约300KM的范围,也称工作区)及近场(工程场地周围约30KM范围)的地质构造环境、地球物理场和地震活动性等特征。目的是为划分潜在震源及其地震活动性参数的确定提供依据。

## 第一节 区域地质构造背景

### 一、大地构造背景

工作区范围内涉及华北断块区和东秦岭断褶带两个一级大地构造单元。前者包括鄂尔多斯断块、太行断块、冀鲁断块和豫皖断块等四个二级构造单元,各级断块之间均有较大规模的断裂控制。各断裂带大都与地震活动关系密切,它是控制各级大地构造单元的边界断裂。由于在不同地质时期各断裂的规模及活动强度存在差异,它们所控制的地震强度和频度有很大区别。其中北北东向的太行山前断裂带、聊兰断裂带曾发生过7级以上强震,而北西西向的新乡—商丘断裂带仅发生过中等强度的地震。

华北断块区与华北地震区大体是相当的,它是我国东部地区一个相当重要的地震活动单元。在此单元内,地震活动在空间上呈条带状分布,这种图象与华北断块区内二级构造单元之边界断裂有着密切关系。如太行断块东界太行山山前断裂带,冀鲁断块与胶辽断块之间的郑庐断裂带。以盘古寺—新乡—商丘断裂带为界,北部以北北东向,北东向断裂为主,控制了中、强地震的孕育和发生;南部以北西、北西西向断裂为主,控制着中、小地震的孕育和发生。

郑州薛店机场工程场地位于豫皖断块的西北部,郑汴拗陷与太康隆起的结合部位。太康隆起自侏罗纪至早第三纪为一长期隆起遭

受到剥蚀的地区，直到早第三纪以后该隆起才整体下沉接受上晚第三纪和第四纪的沉积。郑汴拗陷为一菱形断陷盆地，其东北与东濮拗陷、内黄隆起，南与太康隆起，西与武陟凸起，东南与民权拗陷，西北与汤阴地堑均以断裂为界。根据石油勘察资料，郑汴拗陷为一中新生代盆地，主要发育于新生代，下第三系最大沉积厚度达4000米，沉积中心位于杜营、官厂一带。晚第三纪以后，郑汴拗陷四周的边界断裂仍有活动，由此控制了拗陷内上第三系及第四系地层的发育。因拗陷内断裂的切割作用，可将郑汴拗陷进一步划分成杜营、东吴、荆隆宫、延津、原阳等五个次凹，而且各次凹沉积自成体系，从而导致了整个郑汴拗陷具有东西分异和南北分异的沉积特征。

在晚第三纪时，分别在中牟北、延津南、兰考西等地形成了多个沉降中心，最大沉积厚度达2500余米。第四纪时期，郑汴拗陷的活动中心向东濮凹陷方向迁移，形成了一个400米深的宽缓沉降区。

## 二、中一新生代构造特征

中一新生代地质时期是华北断块区地质构造发展的重要阶段。在此阶段，强烈的地壳运动伴随着深部的岩浆活动(侵入和喷发)。古老的基底断裂再次活动(水平和垂直位移)，产生块状隆起和断陷。

中生代末至第三纪初，上地幔物质上涌，沿着基底断裂形成地幔隆起。如华北平原的数处北北东向的地幔隆起。渭河地堑近东西向的上地幔隆起(据人工地震和重力资料)，引起地壳上部张裂而形成，充填以巨厚沉积物地堑。地堑与地幔隆起一般存在上一下对应关系。在这些地堑内，下第三纪沉积厚度达数千米，并伴随有玄武岩浆间歇性喷发。

晚第三纪至第四纪的构造发展基本上是前期的继续。华北平原、河淮平原在中生代次级拗陷内发育早第三纪的沉积，隆起区缺失。晚第三纪华北平原形成了统一的大盆地，直至第四纪仍在继续沉降。晚第三纪沉积物以陆相碎屑建造为主，一般沉积厚度为500~700米，

最厚可达数千米。第四纪时期平原内广泛发育河湖相碎屑沉积物，一般厚度100~400米。

山西隆起中部在晚第三纪发生强烈断陷，形成一系列断陷盆地，在盆地内堆积了三趾马红土，厚度由几十米至数百米。第四纪河湖相碎屑物一般几百米，最厚可达千米。

### 三、区域主要活动构造带

根据区域内主要断裂的走向，可分为北北东—北东向、北西—北西西向及近东西向三组，其北北东向断裂是区内主要的发震构造和控震构造(图1-1)。

#### 1. 太行山山前断裂带

该带为太行山断块与冀鲁断块的边断裂。南起新乡，向北延伸，经邢台、石家庄转北东向，过保定、涿县，直达通县。位于太行山东缘，隐伏于华北平原西侧冲、洪积层之下，呈北北东向展布。

太行山山前断裂带有数条断裂组成，其中距工程场地较近的为汤西断裂和汤东断裂。

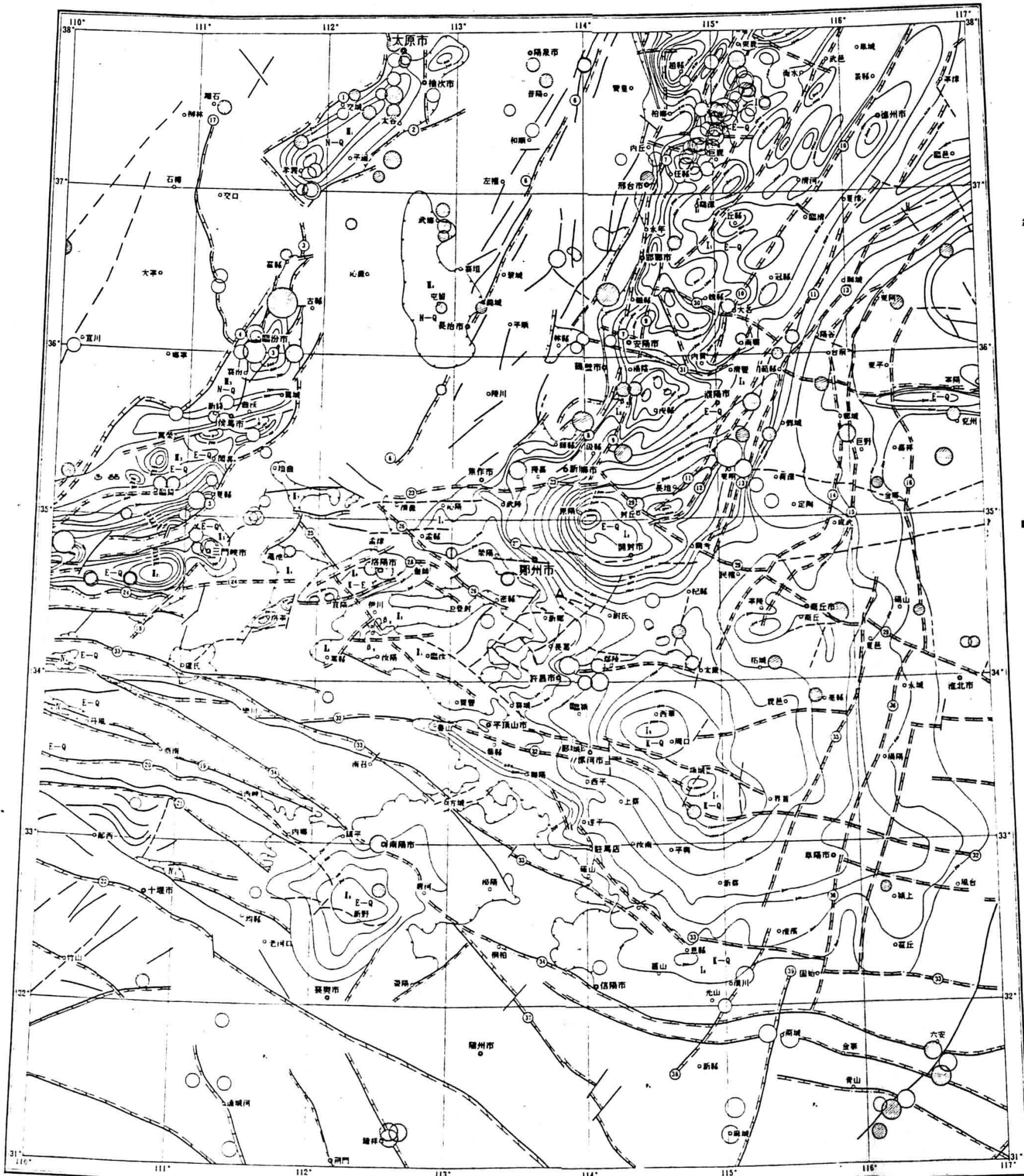
(1) 汤西断裂：南起新乡西鲁堡，向北延伸经青羊口，北至汤阴宜沟附近，全长70公里。走向北北东，倾向南东东，地表产状 $60^{\circ}-70^{\circ}$ ，为一正断层。该断裂晚第三纪时期活动强烈，在青羊口、西岱村两钻孔深度990余米未穿过晚第三纪地层，估计晚第三纪底板落差可达千米。第四纪以来曾有多期活动，汲县西岱村十里桥南可见中更新世晚期或晚更新世早期的棕黄色粘土与鹤壁组砾岩呈断层接触，在断面上有斜向右旋滑动的擦痕。1587年汲县6级地震与该断裂活动有关。

(2) 汤东断裂：该断裂位于汤阴地堑东侧，隐伏于第四纪冲、洪积物之下。据物探和钻探资料分析，断裂南起延津榆林，向北经浚县钜桥、安阳市东白壁集，直达河北省境内与临漳断裂相接。走向北北东，倾向北西西，倾角 $50^{\circ}-60^{\circ}$ ，为一正断层。长度约百余

图1-1

鄭州薛店機場工程區域地震構造圖

20 40 60 80 100 1:100,000



圖例

- 斷型**
- 第四紀活動的地殼和地殼斷型
  - 第四紀活動的基底斷型
  - 晚第三紀以來活動的地殼和地殼斷型
  - 晚第三紀以來活動的基底斷型
  - 一般斷型
- 盆地沉積**
- 白堊—老第三紀
  - 白堊—第四紀
  - 老第三紀—第四紀
  - 新第三紀—第四紀
  - 晚第三紀—第四紀玄武岩
  - 晚第三紀—第四紀等深綫
  - 溫泉(溫度>25°)
- 盆地**
- I. 華北拗陷
  - II. 臨淮拗陷
  - III. 濟南拗陷
  - IV. 開封拗陷
  - V. 濟南拗陷
  - VI. 黃河拗陷
  - VII. 周口拗陷
  - VIII. 項城拗陷
  - IX. 息縣拗陷
  - X. 臨汝拗陷
  - XI. 三門峽拗陷
  - XII. 伊川拗陷
  - XIII. 洛寧拗陷
  - XIV. 瀋陽拗陷
  - XV. 襄陽拗陷
  - XVI. 鄭州拗陷
  - XVII. 南陽拗陷
  - XVIII. 晉中盆地
  - XIX. 遼河盆地
  - XX. 臨汾盆地
  - XXI. 洛寧盆地
  - XXII. 襄陽盆地
  - XXIII. 鄭州盆地
  - XXIV. 南陽盆地
- 斷裂編號**
- ① 文城斷裂
  - ② 太谷—介休斷裂
  - ③ 臨汾—絳陽斷裂
  - ④ 霍山山前斷裂
  - ⑤ 中條山北麓斷裂
  - ⑥ 長治斷裂
  - ⑦ 臨縣地殼斷裂
  - ⑧ 清西斷裂
  - ⑨ 清東地殼斷裂
  - ⑩ 滎陽地殼斷裂
  - ⑪ 黃河斷裂
  - ⑫ 鄭州地殼斷裂
  - ⑬ 曹縣斷裂
  - ⑭ 巨野斷裂
  - ⑮ 嘉祥斷裂
  - ⑯ 臨石斷裂
  - ⑰ 臨沂斷裂
  - ⑱ 丹鳳—南南斷裂
  - ⑲ 山陽—內陽斷裂
  - ⑳ 平陸—兩湖斷裂
  - ㉑ 白河—谷城斷裂
  - ㉒ 盤古寺—新鄉斷裂
  - ㉓ 荊州斷裂
  - ㉔ 新安—地縣斷裂
  - ㉕ 封門口—五指山斷裂
  - ㉖ 鄭州—開封斷裂
  - ㉗ 洛陽斷裂
  - ㉘ 新鄉—商丘斷裂
  - ㉙ 大名斷裂
  - ㉚ 安陽斷裂
  - ㉛ 雲川—魯山—淇河—太和地殼斷裂
  - ㉜ 石門—盧氏—南召—息縣—固始—息縣地殼斷裂
  - ㉝ 固始—來陽關—南陽—信陽地殼斷裂
  - ㉞ 夏邑—太和斷裂
  - ㉟ 永城—阜陽—固始斷裂
  - ㊱ 桐柏斷裂
  - ㊲ 新鄉斷裂
  - ㊳ 高城—開城斷裂
- 震度**
- M > 8.0
  - M 7.0-7.9
  - M 6.0-6.9
  - M 5.0-5.9
  - M 4.7-4.9
  - 1900年以前發生的地震
  - 1900年以後發生的地震
  - 工程場地

公里。断裂下盘浚县隆起为太古界和古生界地层，隆起西陡东缓，向东倾伏。上盘汤阴次凹沉积了巨厚的第三纪地层。该断裂早第三纪断距约1500米，上新世最大断距可达2000米，第四纪断裂活动各段稍有差异，但活动幅度仅数米至二十余米。1814年汤阴—浚县间 $5^{1/4}$ 级地震和1978年新乡4.5级地震与此断裂活动有关。

## 2. 盘古寺—新乡断裂带

位于太行山南麓，该断裂西起克井盆地以西的山区，向东经交地、盘古寺、河口、仙神口、柏山，再向东成为隐伏断裂，直到新乡市南的郎公庙，全长约160公里。据野外及物探资料分析，大致以柏山、大高村为界，把盘古寺断裂分为西、中、东三段。

西段断裂走向东西，倾向南，地表倾角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。断裂破碎带宽约20~70米，两盘基岩落差大于700米。在八一水库中更新统红土层被错断。另对八一水库、交地、成家庄所采断层泥样中的石英颗粒表面结构进行干涉镜分析的结构亦表明，盘古寺断裂的新构造活动时代为上新世—中更新世。中段断裂据煤田钻探及人工地震勘探资料，基岩最大断距可达1500米，而且中间断距大，向两端逐渐减小。东段断裂走向近东西，倾向北，倾角约 $60^{\circ}$ 。至少自古生代以来具有继承性正断层活动特征，新生代最大断距达800多米，而且其活动强度亦中间向两侧减弱的趋势。

可见，盘古寺—新乡断裂是一条规模较大，切割较深的区域性枢纽活动断裂。有仪器记录以来，沿断裂记录到一些小震活动。

## 3. 新乡—商丘断裂带

该断裂隐伏于第四纪松散沉积物之下。西起新乡市北，向南东方向延伸，经延津塔铺、封丘、兰考、民权、商丘、夏邑延入安徽省境内，长达250公里。根据重力、航磁资料，尤其航磁异常延拓10公里和20公里后，具有明显反映，至少有两条近于平行的断裂组成。走向 $300^{\circ}$ ，被北北东或北东向断裂切割成若干段，倾向两边摆