

# 天水地震区区域地质、地球物理场和 地震活动背景

李清河

(国家地震局兰州地震研究所)

## 摘 要

本文扼要地概述了位于中国南北地震带北段的天水地震区地震地质与区域构造特征、地球物理场背景与地震活动特征,进而明确了在本区开展人工地震测深应回答的问题。

天水地震区位于中国南北地震带北段,大体范围为 $33^{\circ}30'—36^{\circ}N$ , $103^{\circ}—108^{\circ}E$ 。本区的区域地质、地球物理场及地震活动是与南北地震带北段的大背景有关的。

## 一、区域地质构造特征

南北地震带北段的西南部为青藏高原,东部为鄂尔多斯地块和阿拉善地块,南面是以秦岭、龙门山分界的南北地震带中段,北则毗邻蒙古高原。从地貌上看,西部为3000—4000米强烈隆升的高原山地,东部为1000—2000米相对沉降的低山丘陵,比差递降1000—2000米,南北带北段位于大地貌阶梯的显著变化带上〔1〕。

南北地震带北段是多组活动构造带的交织区。北部活动构造线以北东和北北东向为主,中部西侧的北西西与东侧的北北西向构造交织组成弧顶指向东北的弧形构造带占优势,南部西侧的北西西与东侧的北东东和北东向构造带互相交织,形成向南突出的弧形构造带〔2〕。见图1—1。

目前南北地震带北段西侧边界尚无统一的划分标志,但一般认为银川、海原、天水、武都一线则可认为是东侧。东侧的构造颇为复杂。北部的鄂尔多斯西缘断裂近南北走向,海原断裂呈北北西转北西向弧形排列,而位于天水至武都一带则呈近东西走向。故南北带北段东侧并非一个构造体系支配,至少可以分成三部分,从构造体系看,南北带北段北部为华北地块的银川地堑,中间有祁连褶皱系,南部则为秦岭褶皱系,南北带北段东部边界以东为鄂尔多斯地台,这样一个复杂的构造格局导致了本区地震活动的复杂性。

我们用以研究的天水地震区,正是几个大的构造体系的交汇地区。北部的华北地台、鄂尔多斯地台向南突出,南面的扬子地台向北突出,若干条近东西走向的构造在天水地震区东

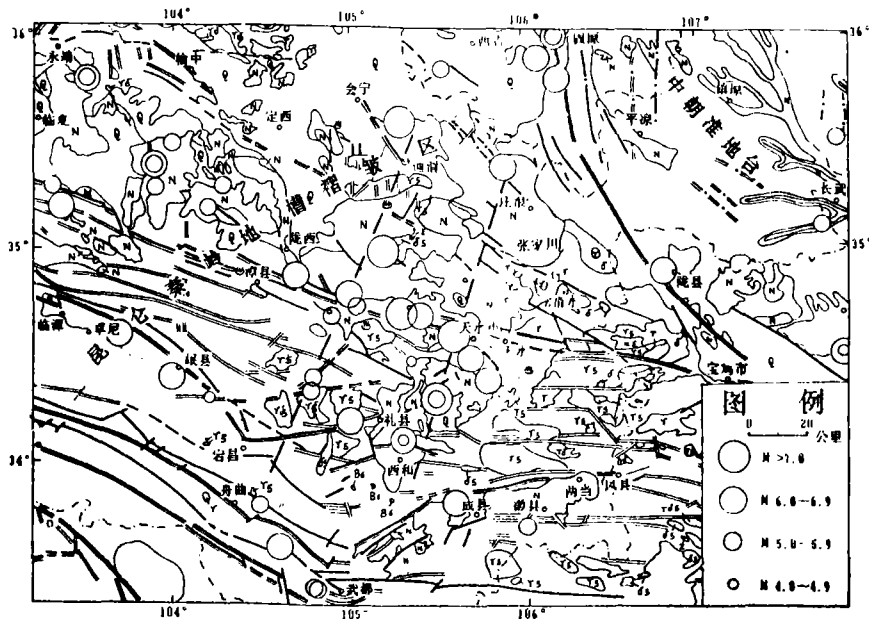


图 1—1 天水地区地质与构造平面图

Fig. 1—1 Geological and tectonic map of Tianshui area

西两侧呈x状延伸，天水地震区就是X形的交叉部位，是个咽喉地带。

据杨斌等的研究〔1〕，本区南北向主体构造，集中展布于东经  $104^{\circ}$ — $106^{\circ}$  之间，它们经历了多期复杂的地史演变，基岩断裂规模大、切割深、断距大，现今活动以南北向隆起和拗陷为主，地表断裂在贺兰山—六盘山及岷山地段出露显著，在横越秦岭时不甚发育，但它以强烈的新生性横穿东西构造而发展。南北向活动断裂带断续成带，断切更新统和全新统，是控制本区强震震中呈南北向分布的重要因素。这样一个复杂的构造格局应具有什么样的深部结构？是何种力源和地球动力学过程导致这样复杂的构造形态？这样的构造与本区南北成串的大地震分布又有什么关系？这正是深部探测要回答的问题。

## 二、区域地球物理场特征

### 1. 重力场特征

南北地震带位于我国区域重力高向重力低急剧降低的梯级带或呈条带状的负异常带上。图 1—2 为本区区域布格异常图。由图可见，天水地震区位于武威—岷山弧形梯级带，宝鸡—平罗南北向梯级带及龙门山—秦岭北东向—东西向梯级带三大重力梯级带相汇聚之间，北西西和北北向构造有明显反映〔3〕。

流动重力值反映了兰州—天水—武都一带空间异常总趋势是北高南低、东高西低，南北向变化小，东西向变化大，布格异常水平梯度亦是南北向变化小。重力均衡异常反映了本区地壳为负值的重力非均衡性地壳，且南部均衡异常高于北部〔4〕。

### 2. 航磁异常〔5〕

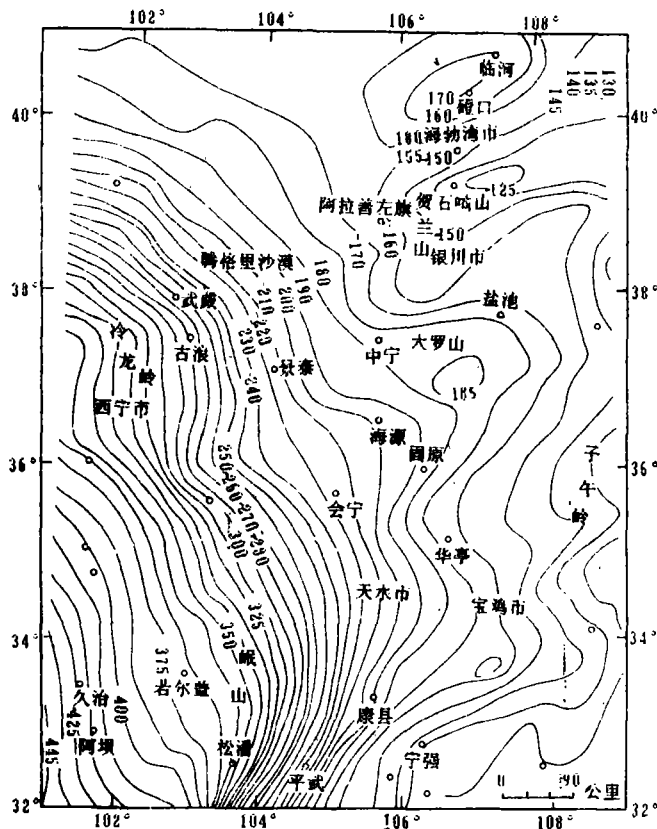


图 1—2 南北地震带北段重力异常图

Fig. 1—2 Gravity anomaly map in the northern part of South-North Seismic Belt

以宝鸡、平凉、青铜峡一线为界，其东部地区异常走向多为北东和近东西方向，而西部则以北北西和北西为主。在异常形态和强度上，东部异常宽缓平稳，固原、庆阳一带为低缓正异常值，异常值为100—250纳特之间，推测主要为元古界深变质岩系所引起，它们组成了鄂尔多斯地台的基底。固原、同心一带为低缓负异常。西部地区磁场强度大，起伏变化剧烈，正负异常相向排列，反映了地槽区和过渡带的基本特征。将磁场上延20公里后，结合卫片资料，可推断本区不仅存在近东西向、北西向、北东向深部断裂而且还存在南北向深部断裂。（图1—3）。

### 3. 电性特征

大地电磁测深的结果表明：在南北地震带北段，地壳内存在一些电阻率为数欧姆米的异常低阻层。一类较普遍地分布在地壳20—30公里处，即地壳中部低阻层，存在区域呈带状延伸；另一类则分布在地壳内10—15公里处，存在不普遍，这是上地壳低阻层。在上地幔出现的第一高导层，其埋深表现为沿南北方向变化不大。图1—4为迭部—江洛电性剖面图(6、7)。

### 4. 速度结构特征

除本专集将提供的天水地震区人工地震测深解释外，在此之前，本区及邻区亦进行了一些人工地震测深工作。主要是1982年的渭南—门源剖面跨本区平凉—西吉一带，1984年、1985年的厂坝炮徽县—礼县剖面，1983年的四川三角剖面位于本区南部，1985年的银川、郑州剖面位于本区北部。这些结果的共同点是地壳从东向西逐渐变厚，不同地段上，中地壳内存在低

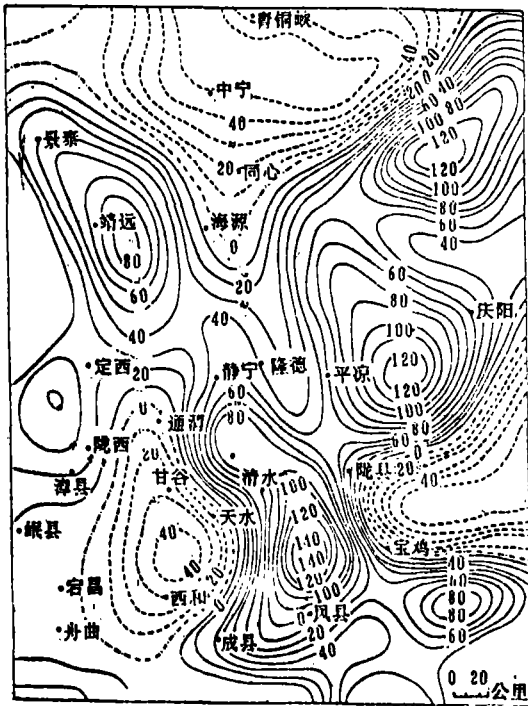


图 1—3 南北地震带北段化极原平面航磁异常图

Fig. 1—3 Upward-continued aeromagnetic anomaly in the northern part of South-North Seismic Belt

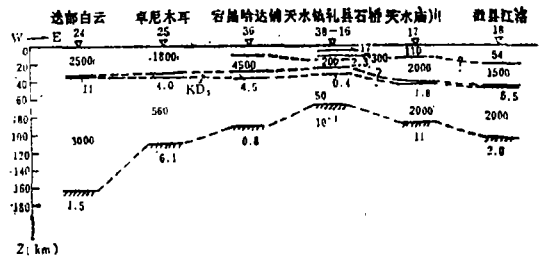


图 1—4 迭部—江洛电性剖面

Fig. 1—4 Magnetotelluric profile of Diebu—Jiangluo

速层，在105°E左右上地幔Pn速度偏低，龙门山—岷山构造带下面存在一个低速的壳—幔过渡带，速度仅为7.51km/s~7.61km/s [8, 9, 10, 11]。

### 三、地震活动特征

本区是地震活动水平较高的地区。有记载以来，本区共发生了6级以上的地震11次，7级以上地震5次，8级以上地震1次。地震分布见图1—5。

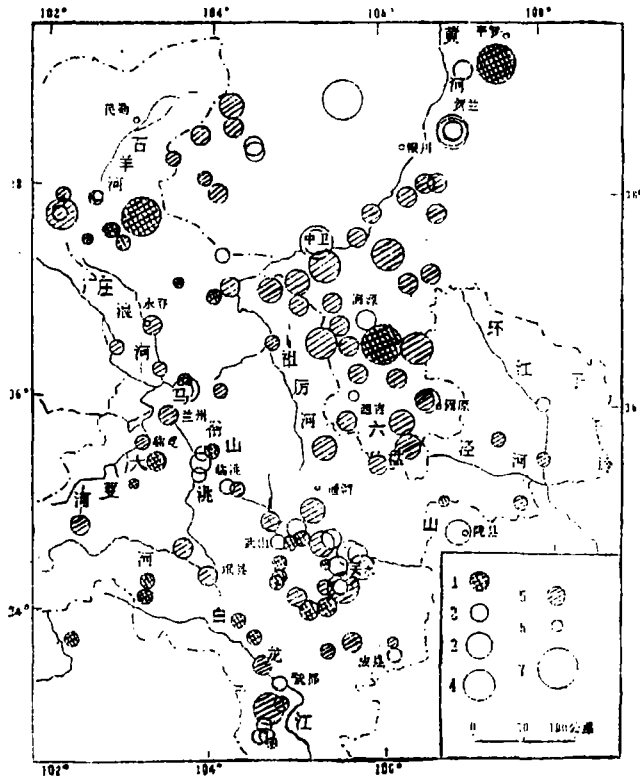


图 1—5 南北地震带北段强震分布图

Fig. 1—5 Distribution map of stronger earthquakes in the northern part of South-North Seismic Belt

- 5. 1900年以前地震
- 1. 1900~1987.9地震
- 6. 4.0~4.9级地震
- 2. 5.0~5.9级地震
- 3. 6.0~6.9级地震
- 4. 7.0~7.9级地震
- 7. 8.0级以上地震

对南北地震带北段的地震活动特点已有许多论述<sup>[12、13]</sup>，本文不再详述。把天水地震区放在南北带北段内认识其地震活动特点时，除了具有和银川、海原地震区相似的特点，如地震强度大、频度高外，还有与其它地区相异的地方。银川地震区地震基本上呈南北走向成条分布，海原地震区则沿北西向构造分布，而在天水、武都、甘南、兰州一带中强地震在一个相当大面积内分布。当然整个南北带北段强震基本上呈南北方向分布。然而，天水地震区的地震分布特征与地表地质尚存有不协调之处，这就需要从深部结构来寻找造成如此特点的原因了。

### 参 考 文 献

- [1] 杨斌、滕瑞增，南北地震带北段地震地质特征及近期强震危险区的判定，《近期强震危险性的研究》，383—392，地震出版社，1989。
- [2] 李玉龙、万夫领，南北地震带北段5—10年地震危险性分析，《近期强震危险性研究》，417—424，地震出版社，1989。
- [3] 梁桂培、李渭娟，黄河中游深部构造与地震，甘肃地质科技情报，No. 1，1988。
- [4] 国家地震局兰州地震研究所地壳结构室重力组，兰州—天水—武都地区重力场特征及其与地震活动关系的初步探讨（摘要），《近期强震危险性研究》，464，地震出版社，1989。
- [5] 陈爱玲等，南北地震带北段（武都—青铜峡）深部构造和地震活动，《近期强震危险性研究》，393—398，地震出版社，1989。
- [6] 国家地震局兰州地震研究所大地电磁测深组，我国南北地震带北段地壳和地幔的电性特征，《大地电磁测深》，地震出版社，1981。
- [7] 国家地震局兰州地震研究所大地电磁测深组，南北地震带北段地壳和地幔内的高导层与地震关系的研究，《勘探地球物理专辑，第二期（电磁测深）》，145—150，地质出版社，1987。
- [8] 张少泉等，中国西部地区门源—平凉—渭南地震测深剖面资料的分析解释，地球物理学报，Vol. 28, No. 5，1985。
- [9] 陈学波等，青藏高原东缘低速上地幔，“大地裂谷和深部过程”国际会议论文，1985。
- [10] 孙武城、张先康等，鄂尔多斯地块和银川盆地地壳上地幔结构，中国地震（待发表）。
- [11] 李清河等，天水—礼县地区地壳速度结构，西北地震学报，Vol. 12, No. 2，1990。
- [12] 周志德，论中国南北地震带强震活动特征及其地震强度与构造类型的关系，中国科学（B辑），No. 3，1986。
- [13] 李善邦，《中国地震》，地震出版社，1981。

## THE LOCAL GEOLOGY, GEOPHYSICAL FIELD AND SEISMICITY BACKGROUND IN TIANSHUI EARTHQUAKE AREA

Li Qinghe

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB)

### Abstract

The characteristics of seismogeology, local tectonics, geophysical field background and seismicity in Tianshui earthquake area located on the northern part of South-North Seismic Belt were demonstrated briefly. The questions answered in DSS were further defined.