

# 甘肃地区电导率异常的研究

赵志新 马桃源

(兰州地震研究所)

## 摘 要

甘肃地区有三个高导异常带:嘉峪关与河西堡之间的近北东向DV型高导异常带,景泰地区的HC型异常带以及定西和天水之间的近东西向DV型高导异常带。根据E.C.Bullard的观点<sup>[5]</sup>我们指出三者的埋藏深度大约从地壳一直延伸到上地幔。同时也根据地下水和温泉分布等资料分析了产生高导异常带的可能原因,并论述了这些高导异常带在地震预报中的重要地位。

近几十年来,世界上许多地方相继发现了高导异常区<sup>[1]</sup>,表明在地壳深部和上地幔的导电特性在各地是有很大差异的。并且认为和地震波低速区,地热流异常区以及其它地球物理现象有关。这个高导异常区和地震活动的强弱有一定关系<sup>[2]</sup>。

在研究甘肃地区地磁的一些短周期变化现象时,发现同一变化在不同的地方差异很大,甚至同一个磁暴急始在不同的地方变化是反向的。引起这种方向变化的原因可能和不同地方的地下介质的电特性有关。据威斯矢量分布图断定异常带的走向,其表达式为:

$$\Delta Z = A\Delta H + B\Delta D \quad (1)$$

式中  $\Delta Z$ 、 $\Delta D$ 、 $\Delta H$ 、是变化磁场的垂直、水平分量和偏角。 $A$ 、 $B$ 为系数,如果用 $\vec{C}$ 来代表威斯矢量,从理论上推得  $|\vec{C}| = \sqrt{A^2 + B^2}$ ,

$$\theta = \text{tg}^{-1} B/A \quad (2)$$

式中 $\theta$ 为 $\vec{C}$ 的水平面投影的方位角。 $A$ 、 $B$ 值不仅与时间和地点有关,而且也是变化磁场周期的函数。

对嘉峪关、河西堡、兰州、景泰、定西、天水、礼县七个地磁台81年元月至9月的磁暴急始变化的分析结果,得出,在嘉峪关与河西堡之间存在一个DV型CA带<sup>[8]</sup>(DV- $\Delta Z$ 有着很大的方向变化,CA是电导率异常的缩写),且呈近北东向,景泰地区有一个HC型(HC—高频 $\Delta Z$ 变化消失。)CA带,在定西与天水之间有一个东西向的DV型CA带。

## 一、资料的描述和分析

为便于作威斯矢量分析,本文所选的短周期地磁变化不超过10分钟,仪器的漂移与否则可

以不计。其中兰州台为50年代建台，资料连续可靠，仪器稳定性能良好，其余台站均为70年代所建，工作历史最短的定西台也有一年多的记录历史。图中所示的七个台，都装备有地磁三分量磁变仪记录。

对甘肃七个台的短周期地磁变化的分析，发现同一个变化，他们之间的差别是很明显的。

1981年9月19日磁暴急始变幅

单位：伽玛

|   | 嘉峪关  | 河西堡  | 兰州   | 景太   | 定西   | 天水   | 礼县   |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Z | 3.2  | -8.0 | 7.0  | -0.3 | 9.3  | -3.6 | -0.3 |
| H | 34.8 | 32.8 | 32.0 | 29.6 | 37.6 | 22.9 | 31.5 |
| D | 13.8 | 15.6 | 5.6  | 12.3 | 14.5 | 3.9  | 18.5 |

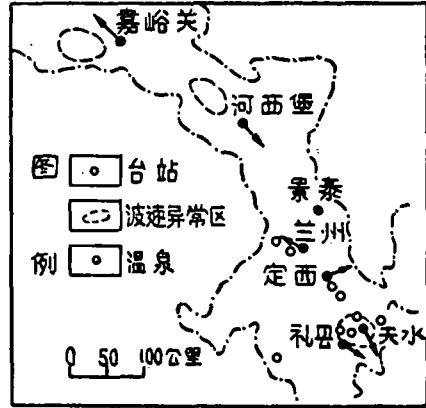


图1 甘肃地区威斯矢量分布图

由表可见水平分量和偏角变化方向一致，垂直分量的变幅差异很大，而且有正有负。再依公式(1)、(2)求出各台7到9月份期间的威斯矢量标于图1中，其整个分析期间，兰州、嘉峪关、定西三台的 $\Delta Z$ 急始变幅均为正，河西堡、天水两处 $\Delta Z$ 的急始变幅均为负，礼县台的 $\Delta Z$ 急始变幅除8月17日的为正外，其余均为负（该日急始周期约为3分钟），而景泰地区所有的 $\Delta Z$ 的急始变幅几乎接近于零，直观上看来 $\Delta Z$ 的变化几乎量不出，最大变化不超过0.3毫米。也就是说其高频变化成份消失了。

同样的急始变化在甘肃七个站台所表现的 $\Delta Z$ 变化的差别我们认为它是内场的一种特征，它不象是电离层的电流体系的效应。变化磁场的球谐分析理论表明，垂直分量内外场变化是反向的，当感应的内场分量大到一定程度时，就可能淹没外场变化，甚至超过外场的变化。这可能成为 $\Delta Z$ 消失或者 $\Delta Z$ 出现反方向变化的原因，其内场的大小是受该地区地下介质的电导率的制约的。

## 二、甘肃地区地下电导率异常分布的推断

综上所述的急始变化的异常分布和威斯矢量的分布(见图1)，由威斯矢量的理论可知，威斯矢量的指向是背离高导异常区的，而且垂直于高导异常带的延伸方向。在嘉峪关与河西堡两地之间存在着一个近东北方向延伸的高导异常带，这种地面急始变化的表现形式，是属于DV型CA带。同样在甘肃东部定西与天水之间存在着一个东西向延伸的DV型CA带。在景泰地区由于 $\Delta Z$ 的急始变幅趋近于零，可见该地区是属于另一种类型的异常，一般称为HC型CA带。这些是与文献[4]的不同之处。下面依威斯矢量原理作出垂直于高导带延伸方向的剖面示意图。图2中a、b、c三图分别表示嘉峪关——河西堡，定西——天水之间的DV型

CA带以及景泰地区的HC型CA带,图中将各台站的地理位置也投影在上面。

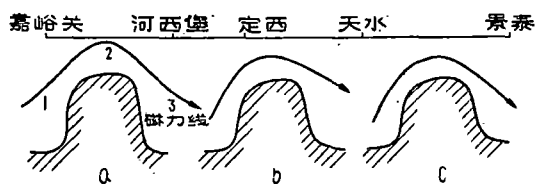


图2 地下高导带剖面示意图

由于地磁观测反演的多解性和复杂性,只能大概对其埋藏深度作出说明。依E.C. Ballal的看法<sup>[5]</sup>, 5分钟周期的磁变化所反应的地下电流位置应大致在10公里深处的地壳中,而200公里深处的电流体系所产生的影响又可以排除局部变化的特征。本文所选用的地磁变化的周期最大不超过10分钟,由此推知三者的埋藏深度大约从地壳一直延伸到上地幔,定西到天水之间的纬向距离大约为100公里,存在有显著的局部差异,由此可知它们高导带的埋藏深度不大可能会超过200公里。

### 三、高异带的成因及其与地震关系的讨论

形成地下介质高导电特性的原因是很复杂的,但是理论和实践的研究均表明,它主要依赖于介质周围的温度 $T$ 、压力 $P$ 、以及地下介质的成份 $C_i$ 和含水量 $C_w$ <sup>[1]</sup>。岩石的电导率 $\sigma$ 虽然主要依赖于上述四种因素,但表现形式也不尽相同。压力 $P$ 除在地球深部400到500公里处引起介质的相变作用而导致 $\sigma$ 的急剧变化外,一般受时间的变化的影响。在其余的三种因素中,电导率对温度的依赖性是很明显的。地下的高温区,可能会引起介质的高电导特性,也会引起地面热流分布异常,而地面温泉分布的密集区又标志着地热流异常。图3中标明了甘肃境内的地下水含量的分布,温泉分布见图1,在甘肃东部的定西与天水之间有一个以通渭、武山、秦安、清水温泉等形成的东西向温泉分布带,由此推及定西与天水之间的DV型CA带很可能是由地下高温作用所引起的。实验表明当温度由800℃升到1200℃时岩石电导率可由 $10^{-14}$ e.m.u.增至 $10^{-12}$ e.m.u.形成高导率。

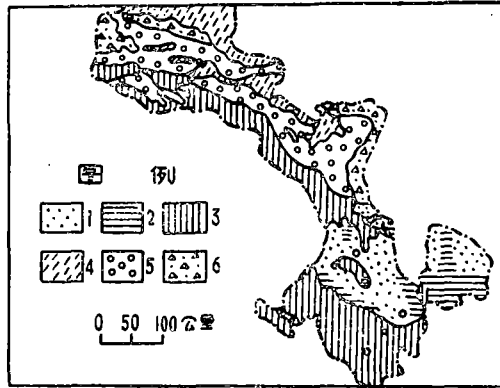
嘉峪关与河西堡之间以及景泰地区尚未发现温泉。这些地区高导带的形成不可能是地下高温引起的,从图3可见这两处山间、平地孔隙水储量丰富,山地基岩裂隙水隙储量也较丰富,其成因可能与基岩和地下含水量丰富有关。

一般认为构造断裂带由于岩石的裂隙存在,形成一个地下通道,既利于地下热流的上升,也利于储水,形成高导带。由此反推,高导带很可能与断裂或者隐伏断裂有关,并且与地震活动有一定的联系。由于高导带的埋藏深度可能由地壳一直延伸到上地幔,由于大多数地震都发生在地壳中,而且地幔物质的运动对地震的发生也有着很重要的影响。因此该深度区域中的高导异常现象是值得重视的。根据1980年11月到1981年10月期间的地震记录所作出的甘肃地区的波速异常区(见图1虚线所示)<sup>1)</sup>,恰好是处在天水礼县地区,嘉峪关与河西

1)兰州地震研究所震源物理室顾瑾平同志提供

堡之间的张掖地区。这就从另一方面证明高导区与地震危险区有关。最有说服力的是1976年唐山7.8级地震前，于1974年曾发现在华北地区的昌黎——唐山一带地下几十公里深处有一个高导异常带〔8〕这一事实充分说明高导异常区在地震预报中的重要性，为此我们认为 加强对上述甘肃地区三个高导异常区的监视是十分必要的。

(本文1982年2月5日收到)



1. 黄土高原地下水储最小水质复杂地段 2. 黄土高原有淡或咸的深层水地段  
3. 山地基岩裂隙水储量丰富地段 4. 山地基岩裂隙水极贫乏地段  
5. 山前、山间平地孔隙水储量丰富地段 6. 山前平地孔隙水储量贫乏地段

图3 甘肃省地下水分布图

#### 参 考 文 献

- 〔1〕Seiya Uyeda and Tsuneji Rikitake, Electrical conductivity anomaly and Terrestrial Heat Flow, Jurnal of Geomagnetism and Electricity, Vol.22 No. 1—2 1970.  
〔2〕T.Rikitake, Eletromagnetism and the Earth's Interior, Elsevier Amsterdam, 1966.  
〔3〕陈伯舫, 渤海西岸的电导率异常, 地球物理学报, 第三期, 1974年.  
〔4〕徐文耀等, 甘肃东部地区地磁变化异常及其与地震的关系, 地球物理学报, 第三期, 1978年.  
〔5〕E.C. Bullard, Geophysical Cnsequences of Induction Anomalies, Jurnal of Geomagnetism and Electricity, Vol.22, No 1—2, 1970.

## RESEARCH ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY ANOMALY IN GANSU REGION

Zhao Zhixin Ma Taoyuan  
(*Seismological Institute of Lanzhou*)

### Abstract

In this paper we points out that there are three high electrical conductivity anomaly (HECA) belts within Gansu province. One is the DV pattern north-east belt of HECA between Jayuguan and Hexibao, the other two are the HC pattern area of HECA in Jingtai and the DV pattern east-west belt of HECA between Dingxi and Tianshui. According to E.C.-Bullar's view, we suggest that their buried depth be from the crust to upper mantle.

In addition, based on the distribution of underground water and hot springs, we analyse the cause of HECA. Consequently, it is emphasized that these high conductivity regions play an important role on the earthquake prediction.