

陕西及其邻近地区地磁短周期异常和 上地幔高导层的初步研究

杜兴信

(陕西省地震局)

一、引言

近年来,随着对地震孕育背景和上地幔地球物理特性的研究,人们日益注意用地磁短周期异常来研究地壳和上地幔的电性结构。在我国继陈伯舫提出渤海地区西部地磁短周期异常并推测其下存在电导率异常后^[1],徐文耀等人分析了甘肃东部的地磁短周期异常,也提出该区存在一东西向高导带^[2]。最近,祁贵仲等人利用渤海地区25个台站的地磁资料,进一步研究了地磁短周期异常的特征,初步确定地下电导率异常体的深度、厚度和范围以及它与唐山地震的可能联系。可见,利用地磁资料分析地磁短周期异常的特点,从而研究地下电导率异常有着重要的意义。

本文分析了陕西九个地磁台站和邻省几个台的急始、湾扰等短周期资料,根据异常的特性和电磁感应理论,推测关中盆地存在一西与甘肃东部高导带相连,东向山西延伸长达上千公里的上地幔高导带。

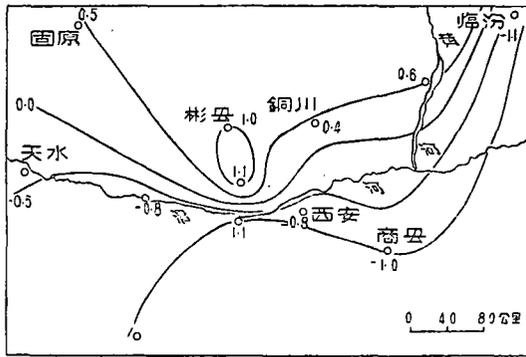
二、陕西地磁短周期异常特征

陕西架设有九个地磁台。其中周至、西安、乾县、铜川为三分向记录,其它为垂直分量单分量记录。各台Z分量灵敏度一般为2.0~2.5伽玛/毫米,走纸速度为19~20毫米/小时。根据80~81年上半年资料统计,垂直分量的急始脉冲,磁暴急始和湾扰等地磁短周期变化方向基本分成两个区域。渭河以北,方向向上,变化为正;渭河以南,方向向下,变化为负。且 ΔZ 等值线大致沿汾渭河谷展布,且有南北两侧等值线向各自内侧收敛的趋势(见图1)。

表一是西安、周至、乾县台地磁三分量急始型变化相关分析的结果。表中a、b为公式 $\Delta Z = a\Delta H + b\Delta D$ 中的系数,也为威斯矢量北、东分量的幅度。

由a、b的符号和量值可见,威斯矢量的方向与渭河走向大致垂直。

我们对周至台和乾县台 $\Delta Z/\Delta H$ 的频率特性做了比较分析,发现 $|\Delta Z/\Delta H|$ 随视周期的

图1 急始型变化的 ΔZ 等值线

资料统计, 它无明显的季节性和趋势性变化。

表一

台站	a	b	相关系数	剩余标准离差	样本个数
西安	-0.126	-0.007	0.973	0.6r	20
周至	-0.196	-0.023	0.993	0.4r	16
乾县	0.140	0.152	0.980	1.1r	19

表二

时间	乾县		周至		西安	
	ΔZ	ΔD	ΔZ	ΔD	ΔZ	ΔD
2月16日	11	14	0	12	7	13
23日	13		1			
8月25日	20	29	0	31		
5月15日	16	-5	0	-4	1	-3
16日	11	6	0	6	2	7

三、渭河盆地上地幔高导层隆起

根据电磁感应原理, 地磁短周期变化特征包含有地壳和上地幔电导率性质信息。对于均匀源场和水平分层均匀电导率分布, 地面垂直分量 ΔZ 的值为零。陕西地区明显的 ΔZ 变化说明地下电导率存在横向不均匀性。根据其它地磁变化特征, 可以推测渭河盆地下存在一上地幔高导层隆起。下面根据陕西地磁短周期变化特征对这高导层作一定性或半定量的描述。

1. 高导层隆起带的位置 根据电磁感应原理, 地下如果有高导层隆起或凹陷, 感应电流顺层面流动, 将造成地面记录的短周期 ΔZ 或 $\Delta Z/\Delta H$ 在隆起或凹陷两侧方向为反向, 相应的威斯矢量将背离或指向隆起或凹陷的轴部。由周至、乾县、西安的威斯矢量背离渭河盆地的事实, 说明异常体是个隆起。另由图1 $\Delta Z = 0$ 的等值线和等值线总体的方向推测隆起带的走向是沿渭河盆地长轴并向汾河地区延伸的。

2. 高导层隆起带的深度、厚度和宽度 根据文献〔4〕的研究, 地磁源场的穿透深度与电导率异常体垂直线度大致相当时, 相应地磁变化异常最强。因此, 我们可以根据异常最强时周期对应的穿透深度估计异常体的垂直线度。据我们对周至和乾县两台, $\Delta Z/\Delta H$ 频率特性的分析, 它们在10~20分钟周期附近异常较强, 相应周期的穿透深度为47公里, 故估计高导层

增大而下降, 乾县台的下降速率较周至台要大些。

统计表明, 乾县、西安、周至三台的 ΔZ 与 ΔH 在小于60分钟视周期的情况下位相同, ΔD 与 ΔH 和 ΔZ 有时同位相有时不同位相。60分钟周期以上, 乾县台 ΔZ 似乎较 ΔH 提前10~20分钟。表二是五次周期超过60分钟的湾扰 ΔZ 和 ΔD 极大值时间较 ΔH 提前(+)或滞后(-)的情况。

$\Delta Z/\Delta H$ 随时间的变化, 由于样本较少, 统计时间较短, 无法得出精确结果。仅从周至台1980年至1981年上半年急始型变化

隆起的厚度约45~50公里。其高导层的深度，由于 $\Delta Z/\Delta H$ 在1~5分钟周期仍无减弱的趋势，考虑到地壳的屏蔽效应，应在40公里左右，即壳下和上地幔顶部。由此推算相应高导层的正常深度约为80~90公里左右。

图1等值线在渭河盆地两侧形成正负两个区域，并向各自一侧收敛，这和文献〔8〕假设东西向存在一电导率异常体所预期的 ΔZ 异常相一致。这里的 ΔZ 异常中心大致在渭河盆地边缘附近，可认为高导层隆起带南北宽度大致和渭河盆地宽度相当，大约为50~100公里。

地震、地热、重力的资料进一步证实渭河盆地上地幔高导层隆起。（1）渭河盆地是一个历史上强烈的地震活动带，仅从1000年以来就发生过八级地震一次，七级地震一次和六级地震三次；（2）渭河盆地地热十分发育。盆地边缘出露十几处温泉。此处还有西安等热异常区分布。（3）根据文献〔6〕，渭河盆地西、北两缘均为大范围的重力正异常，盆地内为正负异常相间分布。其正异常可能是次级隆起的反映。负异常可能是盆地中较新的巨厚沉积物，或是较深处地壳与地幔“混合物”。后者估计是地幔隆起的高温将局部地壳融熔的结果。

四、陕、甘、晋东西向弧形上地幔高导层隆起

根据文献〔2〕研究，甘肃东部存在一东西向高导带。其西在西宁南面附近，东从天水以北通过。如果将其向东继续延长，正好到达陕西宝鸡附近，与渭河盆地上地幔高导层隆起带汇合。同时发现连接以后的新的高导带两侧 $\Delta Z/\Delta H$ 符号保持相当好的一致性。在高导带以北 $\Delta Z/\Delta H > 0$ ，高导带以南 $\Delta Z/\Delta H < 0$ 。渭河盆地上地幔高导带东端延伸到山西临汾附近。延伸后的渭河盆地高导带长度已超过1000公里。其走向大致与祁吕孤山字型构造前弧展布一致。（图2）

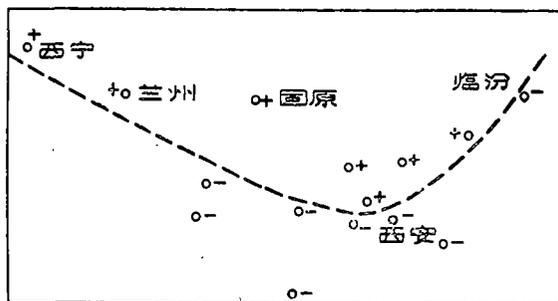


图2 东西向弧形高导带

五、结 语

1. 根据陕西地磁短周期变化异常的初步研究，可以认为渭河盆地存在一上地幔高导层隆起，其深约40公里，厚约45~50公里，宽约50~100公里。该带同时也是一个强烈地震活动带，地热和重力异常带。

国内外研究表明，大陆裂谷区，往往存在有地壳和上地幔高导层，这些高导层的分布对裂谷的地球物理性质和裂谷演化有一定作用。渭河盆地是一个典型的地堑裂谷，上地幔高导

层隆起必然对裂谷的发育,地震的产生和地热的来源有积极作用。所以研究高导带的精细结构和特性是非常必要的。

2.渭河盆地上地幔高导带向东西方向延伸形成一条长达上千公里,横贯甘、陕、晋三省的弧形高导带,这样的分布决不是偶然的。根据国内外研究,高导层的埋深和大地构造单元有关。研究甘、陕、晋东西向弧形高导带的各种特性一定会有助于我国的板块和大地构造以及地球动力学研究。

参 考 文 献

- [1] 陈伯舫,渤海西岸的电导率异常,地球物理学报, Vol.17, No. 3, 1974。
- [2] 徐文耀等,甘肃省东部地区短周期地磁变化异常及其与地震的关系,地球物理学报, Vol.21, No. 3, 1978。
- [3] 祁贵仲等,渤海地区地磁短周期变化异常、上地幔高导层的分布及其与唐山地震的关系,中国科学, 7, 1981。
- [4] 祁贵仲等,地震的感应磁效应(二),地球物理学报, Vol.24, No. 3, 1981。
- [5] 刘锁旺等,汾渭地堑裂谷系,地壳形变与地震, 3, 1981。

THE PRELIMINARY STUDY OF THE SHORT-PERIOD GEOMAGNETIC
VARIATIONS AND A BELT OF HIGH ELECTRICAL CONDUCTIVITY
IN THE UPPER MANTLE IN AND AROUND SHANXI

Du Xingxin

(*The Seismological Bureau of Shanxi Province*)

Abstract

In this paper, the short-period geomagnetic events in and around Shanxi are analysed. It is found that the directions of variation in vertical component on the south and north sides of the Wei River which is taken as a rough boundary are opposite. It can be inferred that there exists an east-west belt of high electrical conductivity beneath this region. From other characteristics of short-period geomagnetic variations, a rough estimate of shape and properties of the belt is made. Connecting this belt with that discovered in eastern Kansu, a belt of high electrical conductivity of 1,000-odd km. will be formed.