

南北地震带北段地壳上地幔电性结构 及有关资料问题的讨论*

郭守年, 李 勇

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 根据南北地震带北段6条东西向和2条南北向剖面的大地电磁测深结果, 对该区域的地壳上地幔电性结构进行了较全面的分析, 对资料中存在的一些问题进行了讨论。

主题词: 南北地震带; 大地电磁测深; 壳幔构造; 电性结构

中图分类号: P631.3⁺22; P313.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(1999)03-0285-11

0 引言

1965年, 原中国科学院兰州地球物理研究所使用自制的仪器首先开始了大地电磁测深工作, 并在南北地震带北段获得了中国第一批大地电磁测深资料。此后, 该项工作逐步开展, 观测仪器逐步改进, 并引进了国外先进的仪器设备。经过30年的工作, 在南北地震带北段获得了丰富的大地电磁测深资料^[1,2]。本文根据这些资料研究了南北地震带北段的壳幔电性结构, 并对观测资料的一些问题进行了讨论。

1 观测方法及资料

由于时间跨度长, 所使用的仪器和分析方法都有所不同, 现将有关资料大体上分为3期, 供使用时参考。

(1) 前期资料: 在开展大地电磁测深工作初期, 使用静磁原理光电负反馈大地电磁测深仪, 记录方式为光点模拟记录, 分析方法采用手工量图的标量阻抗方法。

(2) 中期资料: 使用由国家地震局兰州地震研究所、国家地震局地质研究所和国家地震局郑州物探大队3个单位在1973年共同研制的LH-1型感应原理磁力仪, 记录方式为模拟记录, 分短周期(几秒~几百秒)和长周期(100秒~几万秒)2种频段。分析时将模拟记录图形转换为数字记录, 输入计算机, 经数字滤波, 获得不同周期的资料。

(3) 近期资料: 使用的仪器是德国Metronix公司生产的MMS-02型或MMS-02E型数字大地电磁测量系统。MMS-02E型仪器的频带范围为0.25~4 096 s。记录方式为数字记录。分析方法采用对时间序列进行快速富氏变换, 计算原始谱、平滑谱, 进而得到主轴方向上的视电

收稿日期: 1998-12-10

* 国家自然科学基金资助项目(49374210); 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC1999055。

作者简介: 郭守年(1940-), 男, 副研究员, 从事大地电磁测深、深部资料综合解释和地壳形变工作。

阻率曲线及地球响应函数,供一维反演时使用。

在南北地震带北段布设的 8 条大地电磁测深剖面(东西向 6 条,南北向 2 条)和测点的位置如图 1 所示。

2 各剖面的电性结构

2.1 剖面 I——平罗—乌审旗剖面

该剖面有 4 个测点,其中乌审旗和马拉迪测点位于鄂尔多斯地块内,其资料属中期资料;平罗和陶乐 2 个测点位于银川盆地内,其资料属于前期资料。该剖面位置见图 1,其一维反演结果见图 2^[3]。

从图 2 中可以看出,乌审旗和马拉迪测点的地壳、上地幔电性分层非常相似。这表明鄂尔多斯地块内部是稳定的。

平罗和陶乐 2 个测点虽然相距较近,但电性结构差别较大。主要表现在平罗测点地壳内有一厚度达 20 km 的低阻层,其顶面埋深较浅,为 12 km;在陶乐测点该层位顶面埋深为 27 km,厚度仅 5 km。这可能与平罗地区 1739 年发生 8 级大震有关。

根据文献[4],鄂尔多斯台拗的下地壳厚度为 15~19 km,莫霍面深度为 40~42 km。乌审旗和马拉迪 2 个测点地壳下部低阻层顶面埋深约 20 km,底面埋深约 42 km。其底面埋深与莫霍面埋深相当。该层厚度与下地壳厚度相当。另外,平罗和陶乐 2 个测点的壳内低阻层底面埋深约为 32 km,与该区莫霍面的深度 34~36 km 也较接近,这是值得进一步研究的。

从图 2 中还可以看出,银川盆地上地幔第一低阻层顶面埋深约为 64 km,而鄂尔多斯地块的上地幔第一低阻层顶面埋深约为 87 km。前者埋深明显比后者浅。

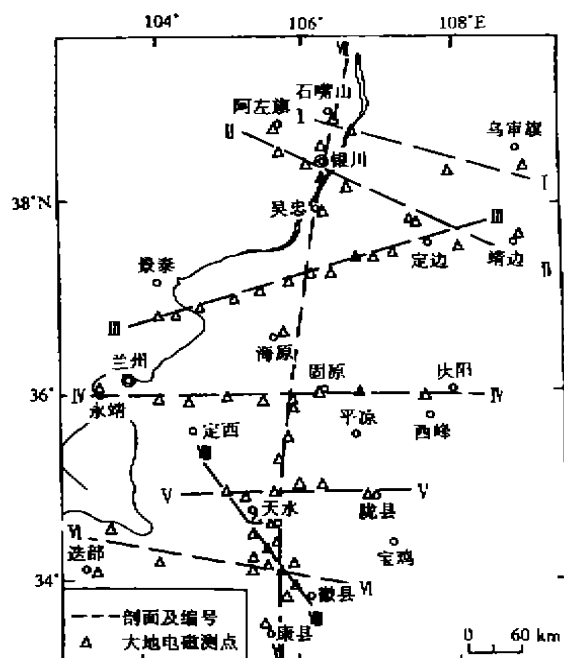


图 1 南北地震带北段大地电磁测深剖面及测点分布

Fig. 1 Distribution of MT surveying profiles and surveying sites at northern segment of North-south seismic zone.

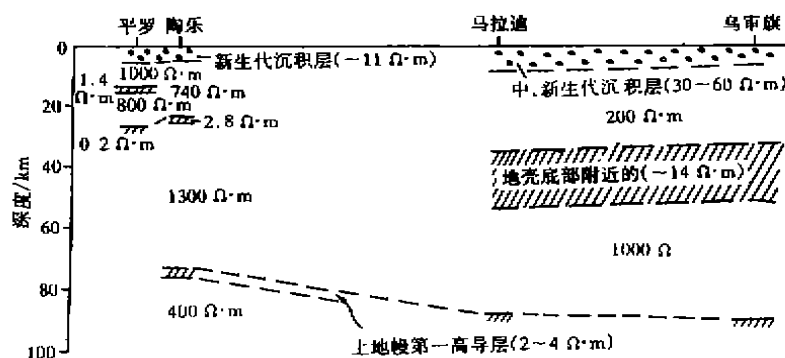


图 2 平罗—乌审旗剖面一维反演电性结构

Fig. 2 Electrical structure of crust-mantle of profile from Pingluo to Wushenqi by one dimensional inversion.

2.2 剖面Ⅰ——阿左旗—靖边剖面

该剖面从内蒙阿左旗到陕西靖边(图1),全长约300 km,共8个测点,是上海奉贤至内蒙阿左旗地学断面的一部分,其资料属近期资料,该剖面的一维解释结果如图3所示^[4]。

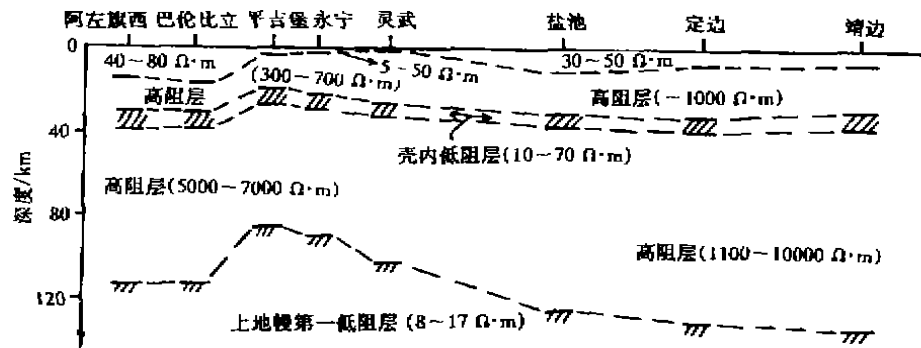


图3 阿左旗—靖边剖面电性结构

Fig. 3 Electrical structure of crust-mantle of profile from Azuoqi, Inner Mongolia to Jingbian, Shaanxi province by one dimensional inversion.

陕西靖边、安边和宁夏盐池3个测点位于鄂尔多斯地块内,由图3可见,其地壳上地幔电性结构比较一致,同时与剖面Ⅰ中乌审旗和马拉迪测点的结果也大致相同。

宁夏永宁和平吉堡2个测点位于银川盆地内,与该剖面内其他测点相比,这2个测点的地壳上地幔电性结构明显不同,其表层相当于中生代沉积层,厚度为2.4~3.1 km,比其他测点该层的厚度都薄,其电阻率比其他测点低,壳内低阻层和上地幔第一低阻层相对该剖面其他测点出现明显隆起,壳内低阻层顶面埋深19~22 km,底面埋深25~29 km,该层的深度范围与深地震测深揭示的下地壳上部的低速异常体相当,这一现象可用岩石相变脱水或部分熔融来解释^[5],上地幔第一低阻层顶面埋深为85~89 km,与鄂尔多斯地块该层位顶面埋深123~131 km相比较,显示了强烈上隆的趋势,与深地震测深揭示的莫霍面上隆区一致^[4]。

宁夏灵武测点位于银川盆地和鄂尔多斯地块之间的过渡地带,其电性结构也具有过渡的性质,见图3。

阿左旗巴伦比立和阿左旗西2个测点位于阿拉善地块内,其电性结构与鄂尔多斯地块相似(图3),反映了地台区的地壳上地幔电性结构稳定,横向变化小,地壳下部低阻层和上地幔第一低阻层埋藏深。

2.3 剖面Ⅱ——景泰—定边剖面

该剖面从陕西定边开始,沿SWW方向过大罗山,终止于甘肃景泰以南的魏家台,全长约300 km,共13个测点,平均点距25 km,其资料属近期资料,电性剖面如图4所示^[6,7]。

定边、盐池杨家寨子、青山乡和大水坑4个测点位于鄂尔多斯地块内部,由图4可见,各测点壳幔电性结构极为相似。

从大水坑测点往西,该剖面横跨了鄂尔多斯西缘的弧形断裂带,该断裂带由一系列的南北向逆冲、逆掩断裂组成,显示了强烈的挤压活动性质,盐池的惠安堡和同心的红城子2个测点位于这一地段,这2个测点的上地幔第一低阻层顶面与鄂尔多斯地块的相应层位比较有所隆起,与上层地壳的强烈活动相对应,但是,惠安堡测点的上地幔第二低阻层顶面埋深与鄂尔多斯地块内的相应层位几乎完全一致。

再往西该剖面跨越大罗山进入河西走廊陆缘带,共有7个测点,各测点壳幔电性结构大体

相似. 上地幔第一低阻层顶面埋深从东向西逐渐加深. 在马家渠测点该层埋深为 115 km, 向西, 到靖远水泉测点则深达 136 km, 再向西又稍有抬升, 为 129 km. 壳内低阻层顶面埋深的变化也显示了与上地幔第一低阻层同样的特征. 该剖面西端景泰魏家台测点壳内低阻层出现隆起, 其顶面埋深约 17 km, 底面埋深 55 km. 马家渠测点壳内低阻层也出现隆起, 其顶面埋深为 29 km, 底面埋深 50 km. 据深地震测深资料, 景泰地区的地壳厚度为 52 km. 总之, 这一层位的底面与莫霍面埋深相当, 顶面与中下地壳分界面相当.

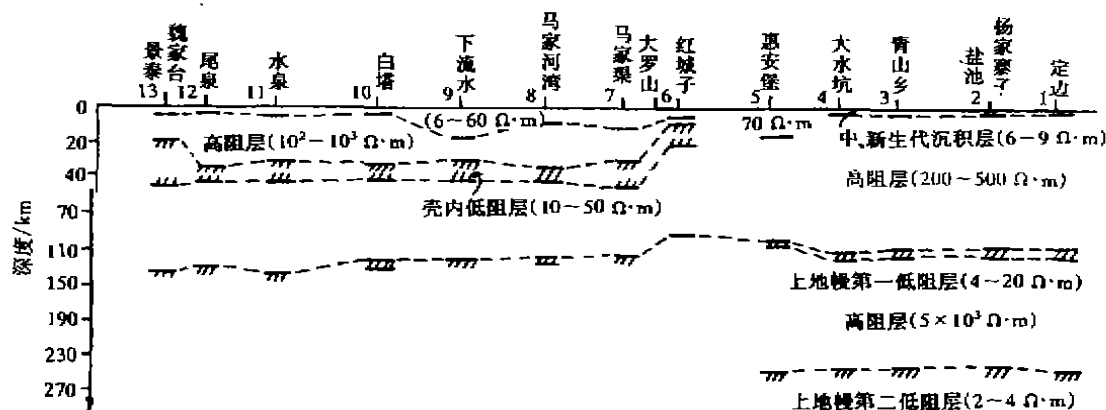


图 4 景泰—定边剖面电性结构

Fig. 4 Electrical structure of crust and upper mantle of profile from Jingtai, Gansu to Dingbian, Shaanxi.

2.4 剖面Ⅳ——永靖—庆阳剖面

该剖面东起庆阳安家寺, 沿北纬 36°线向西至永靖刘家峡, 全长约 400 km, 共有 9 个测点. 其中除了西吉蒙宜测点属前期资料外, 其他测点均属中期资料. 图 5 为该剖面一维反演电性结构图^[8].

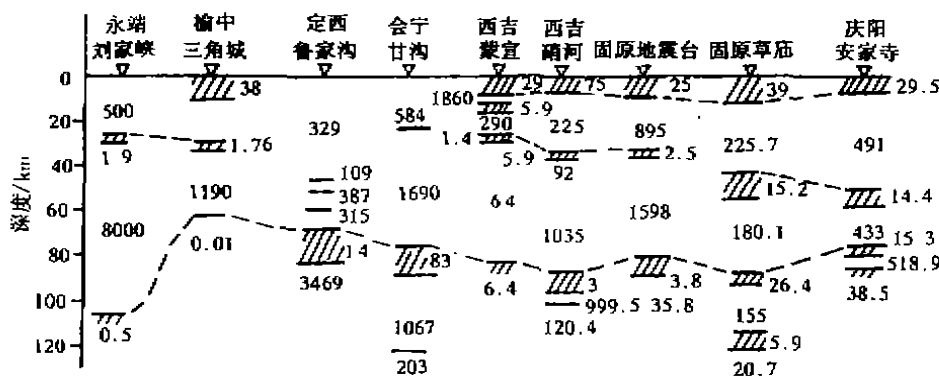


图 5 永靖—庆阳剖面电性结构

Fig. 5 Electrical structure of crust and upper mantle of profile from Yongjing to Qingyang, Gansu.

庆阳安家寺和固原草庙 2 个测点位于鄂尔多斯地块的西侧. 由图 5 可见, 其上地幔第一低阻层顶面埋深为 83~87 km, 与前 3 个剖面位于该地块内的测点相比较, 鄂尔多斯地块西部软流圈呈北深南浅的展布趋势^[8]. 草庙测点壳内低阻层顶面埋深 43 km 左右, 位于莫霍面附近. 这一层位在鄂尔多斯地块中多次被探测到.

固原城关、西吉硝河和蒙宜 3 个测点的壳幔电性结构比较一致. 其壳内低阻层顶面埋深

28~34 km, 厚度1~3 km, 位于地壳下部. 在蒙宜测点的地壳中上部还存在一低阻层. 其顶面埋深12 km, 厚5 km左右.

会宁甘沟和定西鲁家沟测点的壳幔电性结构比较独特, 地壳内缺失低阻层, 这可能说明这一地区附近的地壳刚性较强. 这样来自青藏块体的挤压作用力就可能通过这一局部刚性地块作用到鄂尔多斯地块的西南边界上. 从而使西吉到固原一带应力容易集中, 除蠕滑释放部分能量外, 其余能量逐渐积累, 从而发生地震. 同时也导致部分地壳发生形变和破裂, 形成隆起带和断裂带.

榆中三角城测点上地幔第一低阻层顶面埋深仅为64 km, 而其西测永靖刘家峡测点相应层位的顶面埋深为107 km. 这2个测点相距仅75 km, 然而低阻层顶面埋深相差很大, 这是值得进行研究的.

2.5 剖面V——甘谷—陇县剖面

该剖面西起甘谷礼辛, 东止于陇县温水, 全长约170 km, 共6个测点, 属近期资料. 其一维反演的电性结构如图6所示^[9].

该剖面东段陇县温水和张家川测点位于鄂尔多斯西南缘弧形断裂带的东南端. 由图6可见, 这2个测点的壳内低阻层分布基本一致, 顶面埋深20~21 km.

剖面西段甘谷礼辛和安远2个测点位于中祁连地块内, 而且同在西秦岭北缘断裂带的北侧. 从图6可见, 2个测点壳内低阻层分布也很相似,

顶面埋深27~28 km. 该剖面上地幔第一低阻层的顶面埋深显示了波浪起伏状态.

2.6 剖面VI——迭部—徽县剖面

该剖面位于南北地震带北段的南端, 东起徽县江洛镇, 西止于迭部白云乡, 全长约240 km, 共6个测点, 其电性结构如图7所示^[10].

该剖面电性结构有2个比较明显的特点: (1) 地壳内低阻层发育. 上中下地壳内均可能存在低阻层. 剖面西段的迭部白云、卓尼木耳和宕昌哈达铺3个测点的地壳中部(深度为30多公里)存在低阻层. 剖面东端徽县江洛和天水庙川2个测点的地壳上部(10~20 km)和下部(40~50 km)分别存在低阻薄层. 而在剖面中部礼县石桥和天水镇一带, 除了地壳中部存在低阻层以外, 在地壳上部即十几公里深处也存在低阻层; (2) 上地幔第一低阻层在礼县石桥和天水镇一带显著上隆. 其顶面埋深最浅处约为67 km, 向东西两侧逐渐加深, 西端迭部测点达160 km.

2.7 剖面VII——石咀山—康县剖面

该剖面沿南北地震带北段分布, 北起宁夏石咀山市, 向南经银川、吴忠、海原、西吉、天水,

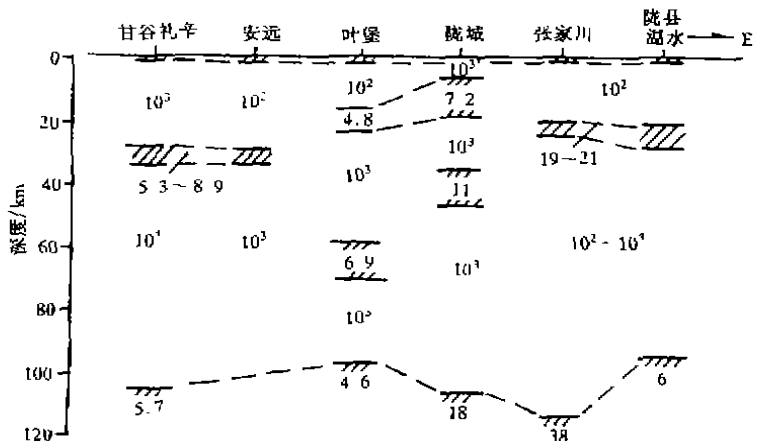


图6 甘谷—陇县剖面的电性结构

Fig 6 Electrical structure of crust and upper mantle of profile from Gangou to Longxian, Gansu.

慢电性结构基本相同。壳内低阻层和上地幔第一低阻层连续分布。壳幔过渡带在秦安叶堡测点有显示。

秦安叶堡测点以南有5个测点,除了康县长坝属前期资料外,其他测点均为近期资料。天水南、徽县麻沿河、成县店村和康县长坝4个测点具有相同的电性结构,见图8。

天水太京测点位于西秦岭北缘断裂带上,同时又位于1654年天水8级地震的极震区内,其电性结构较特殊。该测点壳内低阻层非常发育,在5 km以下发育有地壳上中部低阻层,且厚度也较大。这与其他位于极震区内的测点的电性结构有相似之处^[10]。

2.8 剖面Ⅷ——甘谷—徽县剖面

该剖面北起甘谷礼辛,向南止于徽县江洛,全长约130 km,总体走向NNW,共7个测点,属近期资料。其一维解释结果如图9所示^[9]。

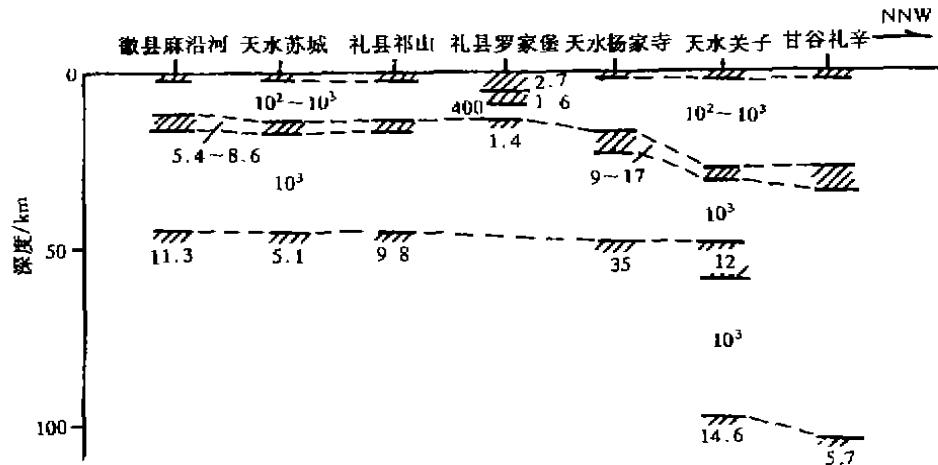


图9 甘谷—徽县剖面电性结构

Fig. 9 Electrical structure of crust and upper mantle of profile from Gangu to Huixian, Gansu.

由图9可见,罗家堡以南的3个测点的壳幔电性结构较为一致,与剖面Ⅶ南段相同(图8)。罗家堡以北的3个测点的壳内低阻层顶面埋深逐渐增大,从13 km渐增至27 km。罗家堡地区在1654年曾发生过8级大震,该测点的壳幔电性结构与其它测点不同。由图9可见,该测点地壳表层至8 km左右的深度地层的电阻率很低,仅为1.6~2.7 $\Omega \cdot m$,中上地壳有低阻层分布,电阻率为1.6 $\Omega \cdot m$ 。但该层的厚度及上地幔第一低阻层的厚度未能探测到。这可能是由于地壳上部电阻率很低,因此未能探测到该层位。如果降低探测频率,一般是可以探测到该层位的。

3 讨论

3.1 低阻层

3.1.1 表层低阻层

在研究区内该层电阻率一般为几到几十欧姆·米,甚至有的不到1 $\Omega \cdot m$ 。该层厚度为几百米~几公里。一般认为它与新生代或中新世代的沉积层有关。由于地壳表层环境的温度和压力都不高,岩石有一定的孔隙度,并且或多或少地由地下水所填充。因此,表层电阻率主要取决于岩石的孔隙度和含水量,岩石的矿物组成和温压变化都是次要的影响因素。干燥的沉积岩的电阻率一般为 $10^3 \sim 10^5 \Omega \cdot m$,岩石中的孔隙水的电阻率为零点几到几欧姆·米。当岩石孔隙完全

被地下水所充填时, 岩石电阻率 ρ 与孔隙水的电阻率 ρ_w 有如下经验关系:

$$\rho = a \rho_w \theta^{-m}$$

式中: θ 是岩石孔隙度, a 和 m 是表征岩石孔隙形态的 2 个常数, $a \approx 1$, $m \approx 2$. 如果岩石孔隙中的水未达到饱和状态, 其电阻率 ρ 与孔隙完全被水充填时的电阻率 ρ_w 有如下关系:

$$\rho = \rho_{100} / S_w^n$$

式中: ρ_{100} 是孔隙完全被水充填时岩石的电阻率; S_w 是岩石孔隙中水占的百分比; $n \approx 2$.

根据上述 2 式, 可以解释所测得的表层电阻率变化范围大, 甚至有些测点没有这一低阻层的原因.

3.1.2 地壳上部低阻层

该层埋深在 10 km 左右, 电阻率为几欧姆·米, 厚度为几公里, 个别测点可达十几公里. 存在这一层位的测点并不多, 在银川盆地的西大滩和芦花台, 海原和西吉以及天水镇和礼县等大地震的极震区均有发现. 该层的存在似乎与大震有较密切的关系. 但是在无震区或离极震区较远的少量测点也存在这一层位. 对于这一低阻层的成因已有学者进行了研究^[10, 11], 但是认识不一致, 因此, 今后还有必要进一步研究.

3.1.3 地壳中部低阻层

该层埋深一般为 20~30 km, 电阻率为几到几十欧姆·米, 个别测点更低一些. 层厚为几公里, 个别测点可达十几公里. 该层位在地震带内分布比较普遍, 在稳定地区如鄂尔多斯地台区一般没有显示. 当然也有个别区段或测点例外. 例如 VII 号剖面(图 8)天水以南 4 个测点仅仅存在地壳上部低阻层(深度 10 km 左右), 地壳中部的低阻层没有显示. 由于研究区域位于鄂尔多斯地块、青藏块体、阿拉善地块和扬子地台的交接地带, 具有较高的热流值, 导致了地温上升, 从而有利于地壳中部岩石产生相变脱水. 据文献[12]的计算, 祁连褶皱系为相对高地热区, 秦岭褶皱系为相对低地热区, 这可能是祁连褶皱系地壳中部低阻层发育, 而秦岭褶皱系一些地区该层位不够发育的原因之一.

地壳中部的低阻层成因一般解释为相变脱水以至岩石部分熔融^[11]. 此外, 一些高温高压实验表明, 组成深部韧性剪切带的矿物的定向排列, 可以使岩石电性各向异性, 从而导致低阻层产生^[11].

3.1.4 地壳下部低阻层

该层位于莫霍面附近, 埋深为 40~50 km, 层厚几公里, 电阻率从几欧姆·米到 20~30 $\Omega \cdot m$. 该层在稳定的区域, 如鄂尔多斯地台及较活动的地区, 如南北地震带北段天水以南地区以及河西走廊盆地内均有分布.

据推测该低阻层与所处位置岩石部分熔融有关. 在深度为 40~50 km 的地壳底部, 它的温度约为 400~450 $^{\circ}C$, 压力为 $1.1 \times 10^9 \sim 1.4 \times 10^9$ Pa. 地温与岩石中某些矿物的熔点十分接近, 只要有 1%~2% 的矿物熔融时, 就能形成包围在晶格上的导电薄膜, 从而大大降低了岩石的电阻率. 脱水引起岩石格架的“松散”和岩石的部分熔融, 造成了电阻率降低和地震波速下降.

3.1.5 上地幔第一低阻层

在研究区内, 凡是勘探深度能达及的测点, 都清楚显示了该层位. 其埋深为 70~120 km, 甚至个别测点达到 160 km. 电阻率为几到几十欧姆·米, 层厚为几公里. 一般认为该层位的顶面埋深与上地幔低速层的顶界埋深基本一致, 意味着上地幔第一低阻层埋深相当于岩石圈厚

度^[13]。一般说来,该层埋深较浅的地区,都是近代构造活动比较剧烈的地区,埋深较深的地区都是相对稳定的地区。鄂尔多斯地台是稳定地块,其上地幔第一低阻层的埋深为80~130 km,平均为110 km。在构造活动区,特别是地震区,该层顶面埋深较浅,如海原地震区为74 km,固原地区为84 km,银川盆地85~89 km。这是符合上述推论的。但是,情况也不完全如此。从Ⅶ号剖面(图8)看,该层沿南北地震带北段从南到北变化相当大。天水以南地区该层没有显示,天水以北到西吉稍河该层顶面埋深为97~110 km,平均为103 km。Ⅲ号剖面(图4)从惠安堡到景泰共9个测点,该层顶面埋深为92~136 km,平均为117 km,景泰的3个测点平均为131 km。这些深度值均与鄂尔多斯地台的平均值相当。该地区属于鄂尔多斯西缘弧形断裂带,构造活动相当强烈。从几条东西向剖面来看,该层顶面埋深最深的测点为迭部白云,深度为160 km,其次为甘谷礼辛,深度为104 km,永靖刘家峡107 km,靖远水泉136 km,阿左旗112 km,并不比鄂尔多斯地台内部浅。同样,在其他地区,如河西走廊地区也有类似情况^[14]。依据板块学说,坚硬的岩石圈漂浮在上地幔软流圈之上。目前认为软流圈是高温带,温度高达1 100~1 200℃,软流圈内部物质处于部分熔融状态,形成了良导电层即上地幔第一低阻层。因此,该层位埋深变化过大,是难以想象的。在地球自由表面,最高山脉与最深海沟相差约20 km,二者却相距数千公里。如果在比较近的两处地球表面高度相差几公里已经是巍巍壮观了。可是在地下深达100 km左右的地方,在各种强约束条件下,相距几十公里的测点,该层顶面埋深竟相差50 km,这是难以解释的,也是值得研究的问题之一。

3.1.6 上地幔第二低阻层

Ⅲ号剖面的定边到惠安堡5个测点的资料比较一致地显示了该层位。其顶面埋深在240 km左右,电阻率为2~4 $\Omega \cdot m$ 。该层位在其他少数测点也有发现,如通渭马营测点,该层位顶面埋深为278 km,在静宁威戎为337 km,在水川庙川为231 km,在刘家峡为237 km,在文县中寨为251 km等。在河西走廊个别测点该层位也有显示。在国外也有类似报导,如在土库曼地区地下60~70 km和250~300 km,分别存在上地幔第一和第二低阻层。

该层在稳定区和构造活动区、地震区与非地震区均有显示,因此该层的存在与构造因素关系不明显。对于其形成机制目前人们讨论不多。文献[10]认为可能与橄榄石-尖晶石的多晶转变有关。

3.2 有关大地电磁测深资料的思考

在整理过去在研究区内的大地电磁测深资料时,遇到了一些困难,有些问题是值得进一步讨论的。

(1) 同样的测点,同样的资料,同一单位不同人员解释结果相差非常大,见表1。

表1 文献[2]和文献[3]对卓尼木耳和迭部测点资料的解释结果

卓 尼 木 耳										迭 部									
东经 103°35'					北纬 34°33'					东经 103°17'					北纬 34°02'				
1975 年 5—6 月										1976 年 7 月									
层参数		层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km	层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km	层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km	层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km		
一 维 解 释 结 果	1	1	600	30	30	1	1 800	32	32	1	60	8.6	8.6	1	2 500	33	33		
	2	2	15	6.0	36	2	4.11	6	38	2	3.0	9.2	17.8	2	11	3	36		
	3	3	1.1	1.3	37	2	560	74	112	3	23	19.8	37.6	3	3 000	124	160		
	4	4	30			4	6.1			4	11.85			4	1.5				
资料来源		文献[2]					文献[3]					文献[2]					文献[3]		

(2) 互相邻近的测点,用同样的仪器、同样的处理方法,但在不同时间进行观测,得到的一维解释结果相差也很大,见表2。表2中2个测点均位于鄂尔多斯地块内部,相距约8 km。

(3) 相互非常接近的测点, 用不同仪器, 在不同时间观测的资料, 解释结果的差别很大(表 3).

(4) 剖面Ⅱ东段与剖面Ⅲ东段的测点都位于鄂尔多斯地台内部, 但是 2 个剖面该段的电性结构明显不同, 见图 3 和图 4.

表 2 相互邻近的 2 个测点用同样仪器和方法, 不同时间的观测结果

点 名		盐池 1 ^[6]			盐池 2 ^[4]			
点 位		东经 107°29'		北纬 37°49'	东经 107°24'		北纬 37°48'24"	
观测时间		1986 年			1988 年			
层参数	层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km	层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km
一维 解释 结果	1	1.7	1.6	1.6	1	51	2.3	2.3
	2	106	108	110	2	44	7.5	9.8
	3	10.8	9.1	119	3	1 030	19.9	29.7
	4	5 000	127	246	4	12.2	6.6	36.3
	5	3.1			5	9 900	87	123
					6	10.5		

表 3 2 个非常接近的测点, 用不同的仪器在不同的时间观测的结果

点 名		西吉硝河 1 ^[8]			西吉硝河 2 ^[9]			
点 位		东经 105°51'		北纬 35°55'	东经 105°51'18"		北纬 35°53'02"	
观测时间		1983 年 9 月			1989 年 7 月			
仪器型号		LH-1 型			MMS-02E 型			
层参数	层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km	层序	电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	层厚 h/km	底面埋深 H/km
一维 解释 结果	1	75	7.2	7.2	1	3.8	0.5	0.5
	2	225	27.1	34.3	2	1 470	21.0	21.5
	3	5.9	3.0	37.3	3	6.5	4.0	25.5
	4	92	10.7	48	4	41.0	78.6	104
	5	1 035	40	88	5	7.8		
	6	51	3.1	91				
	7	4.5	1.0	92				
	8	98	5.0	97				
	9	1 000	4.2	101				
	10	97						

作者认为产生差别的主要原因可能有 3 种:

(1) 资料的采集、选择和处理过程的合理性. 一维解释的基础是视电阻率曲线, 它实际并不是一条曲线, 而是每个频点含有一定误差的条带, 这一条带的宽度反映了统计平均的误差. 一维反演的计算曲线则是一条光滑的曲线, 只要它是在观测曲线的带宽范围内, 反演结果就可以被认可. 因此, 不同的解释者甚至是同一解释者就可能会得出几种不同的解释结果.

(2) 反演的等值性或多解性问题. 理论和实践都已经证明, 对于低阻薄层, 存在纵向电导的等值性, 即只能求得薄层的纵向电导, 岩层的厚度和电阻率是多解的; 对于高阻薄层, 存在厚度等值性, 即只能确定该薄层的厚度, 介质的电阻率是多解的.

(3) 对解释曲线的选择. 由于地下介质非均匀性的影响, 2 道实测的视电阻率曲线与均匀介质的一维曲线比较, 存在着畸变效应. 这种效应对 2 道曲线的影响是不同的, 甚至对 1 条曲线的不同部分也有着不同的影响. 通常的做法是选择受畸变影响较小的 1 条作为解释曲线. 有

时在结果不好解释时,也有选择2条曲线的平均值作为解释曲线的.这样一来,解释者就有几条曲线可供选择.这就导致了解释结果的差异.

上述问题希望能引起大地电磁测深工作者对一维解释中存在问题的重视,以便今后能得到更可靠的结果.

[参考文献]

- [1] 国家地震局兰州地震研究所大地电磁测深组.大地电磁测深[C].北京:地震出版社,1981.
- [2] 国家地震局《深部物探成果》编写组.中国地壳上地幔地球物理探测成果[C].北京:地震出版社,1986.266~285.
- [3] 国家地震局《鄂尔多斯周缘活动断裂系》课题组.鄂尔多斯周缘活动断裂系[C].北京:地震出版社,1988.302~304.
- [4] 国家地震局地学断面编委会.上海奉贤至内蒙阿拉善左旗地学断面(说明书)[M].北京:地震出版社,1992.34~39.
- [5] 林长佑.中国西北某些地区多震层的电性特征和热力学环境[A].见:大陆多震层研究.北京:地震出版社,1992.
- [6] 屈健鹏,朱佐全,杨国栋,等.鄂尔多斯西南定边一大罗山大地电磁测深剖面解释[J].西北地震学报,1996,18(4):32~37.
- [7] 屈健鹏,朱佐全,杨国栋,等.鄂尔多斯地块西缘定边~景泰地壳和上地幔电性结构分析[J].西北地震学报,1998,20(2):70~75.
- [8] 张云琳,郭守年,司玉兰,等.鄂尔多斯块体西南缘的大地电磁测深[J].华北地震科学,1988,6(3):32~44.
- [9] 刘宝勤,朱佐全,贾政,等.天水地区大地电磁测量及深部电性结构[J].西北地震学报,1995,17(4):70~78.
- [10] 林长佑,刘晓玲,蒋梅,等.论中国西北某些地区的高导电层及地震区划的深部电性指标[J].地震学报,1988,10(1):66~76.
- [11] 高平.中国华北地区壳内低速高导层(体)成因模式的探讨[J].中国地震,1997,13(3):223~231.
- [12] 董治平,郭守年,蒋梅,等.天水地震区深部地温场的有限元计算[J].西北地震学报,1996,18(3):48~53.
- [13] 马杏垣.中国岩石圈动力学纲要[M].北京:地质出版社,1987.15~24.
- [14] 国家地震局兰州地震研究所大地电磁测深组.河西走廊及其附近地区的大地电磁测深[A].见:勘探地球物理专辑(第二辑).北京:地质出版社,1987.138~144.

ELECTRICAL STRUCTURE OF CRUST AND UPPER MANTLE IN THE NORTHERN SEGMENT OF NORTH-SOUTH SEISMIC BELT AND A DISCUSSION ON SOME QUESTIONS IN THE DATA

GUO Shou-nian, LI Yong

(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China)

Abstract

Data of 6 profiles in E-W and 2 profiles in N-S by MTS in the northern segment of North-south seismic belt are compiled. The electrical structure of crust and upper mantle of the area is comprehensively studied. Some questions in the data are discussed.

Key words: North-south seismic zone; Telluric electromagnetic sounding; Crust and mantle structure; Electrical structure