

doi: 10.11720/wtyht.2014.4.39

裴发根,方慧,袁永真,等.MT 成果数据管理系统在岩石圈电性结构研究中的应用——以东北地区为例[J].物探与化探,2014,38(4):851-854.  
<http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.4.39>

Pei F G, Fang H, Yuan Y Z, et al. The application of the data management system of MT results to the study of electrical structure of the lithosphere: a case study in Northeast China[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2014, 38(4): 851-854. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.4.39>

# MT 成果数据管理系统在岩石圈电性结构研究中的应用——以东北地区为例

裴发根<sup>1,2</sup>, 方慧<sup>1,2</sup>, 袁永真<sup>1,2</sup>, 仇根根<sup>1,2</sup>, 白大为<sup>1,2</sup>, 杜炳锐<sup>1,2</sup>, 李立<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 国土资源部 地球物理电磁法探测技术实验室, 河北 廊坊 065000)

**摘要:** 中国东北地区位于古亚洲洋构造域与滨太平洋构造域的叠置部位, 受多期次的构造活动与岩浆作用的共同影响, 其岩石圈结构复杂, 为获得该区域的岩石圈的电性结构特征, 以 MT 成果数据管理系统为技术手段, 开展岩石圈尺度范围内的壳—幔电性结构的研究。笔者基于 MT 成果数据管理系统的查询、检索等功能, 提取出研究区的壳—幔电性信息, 对这些信息进行加工处理, 得到了研究区的壳内低阻层分布特点与岩石圈厚度分布特征。研究表明, 东北地区的岩石圈的电性结构特征为: ① 岩石圈的厚度呈现“西厚东薄”的变化特征; ② 不同盆、山结构表现出不同的岩石圈隆凹特征; ③ 镜泊湖火山岩分布区对应软流圈的隆起区, 其隆起可能与岩浆上涌有关。这些信息的获取为区域构造演化及动力学研究提供支撑。

**关键词:** 大地电磁测深; 岩石圈; 电性结构; 中国东北; 数据管理系统

**中图分类号:** P631.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-8918(2014)04-0851-04

由于深部大地电磁资料的基础性、探索性及其在地球科学研究中的重要地位, 为妥善保存 MT 深部探测的研究成果, 使资料的价值得到充分、合理、便捷地应用, 设计开发了 MT 成果数据管理系统。该系统收集了全国范围内具有典型代表性的 MT 成果数据, 具有方便、快捷的检索与查询功能, 可为岩石圈层的电性结构研究提供技术支撑。

中国东北地区地处华北板块与西伯利亚板块之间, 在前中生代时期经历了各微板块的形成、拼接与缝合, 在中、新生代时期经历了陆内构造演化, 受多期次的构造活动与岩浆作用, 形成了复杂的地质构造形态。针对东北地区深部的地质构造、地球物理特征、深部结构形态等科学问题, 前人做了一系列的研究工作; 周建波等对中国东北地区的构造格局与盆地演化进行了研究<sup>[1]</sup>; 邢集善等人对收集的地球物理数据与地热数据进行处理, 绘制了包括东北地区在内的东部地区岩石圈厚度图、大地热流值图、岩石圈构造与矿集区关系图等, 获得了中国东部深部

构造特征<sup>[2]</sup>; 卢造勋等综合东北地区 30 多年的深部地球物理资料, 得到了深部构造的轮廓, 并发现软流圈的上隆与断裂、地震活动存在密切关系<sup>[3]</sup>; 姜德录等应用多种地球物理方法研究结果, 编制了中朝地台北缘及其邻区岩石层厚度图, 探讨了软流圈层埋深分布特征<sup>[4]</sup>; 白云等人基于中朝地台北缘及邻区的综合地球物理资料, 开展了壳—幔结构比特征研究<sup>[5]</sup>; 郝天珧等人以地球物理数据为基础, 分析得到了东北、华北等区块的重、磁、电、震等特征<sup>[6]</sup>。此外, 江为为、胡旭芝、张凤旭、刘国兴等人在重、磁、电方面开展了东北地区岩石圈结构的研究工作<sup>[7-10]</sup>。

此次针对构造复杂的东北地区开展电性结构的研究工作, 依托 MT 成果数据管理系统, 结合近年来物化探所对该区域最新开展的 MT 探测研究工作, 分析研究区内电性柱的特征, 并提取了 MT 成果数据, 绘制了东北地区的岩石圈厚度图, 分析了其岩石圈的电性结构特点。

1 MT 成果数据管理系统

以大地电磁测深 SQL Server 2005 成果数据库为后台、Visual Basic 6.0 编写的应用程序为前台, 并利用 MapGIS 组件二次开发技术, 三者有效结合, 设计开发了 MT 成果数据管理系统。该系统的设计采用结构化程序设计方法, 功能模块可分为: 用户管理模块、数据管理模块和可视化查询模块。其中, 数据管理模块具有 MT 成果数据的输入/输出、添加、

修改、删除与基本信息查询功能, 可视化查询模块融合了空间与属性信息, 通过选择不同位置的测点或测线来获取相关测点和测线的信息数据, 并能将感兴趣的 MT 成果数据导出, 进行再处理(图 1)。利用 MT 成果数据管理系统的可视化图形界面查询功能模块与基本信息查询功能, 可快捷、准确地得到相关测点的电性结构柱及数字化成果数据, 通过对电性柱与 MT 成果数据分析, 可得到相应研究区的岩石圈壳—幔电性电结特征。

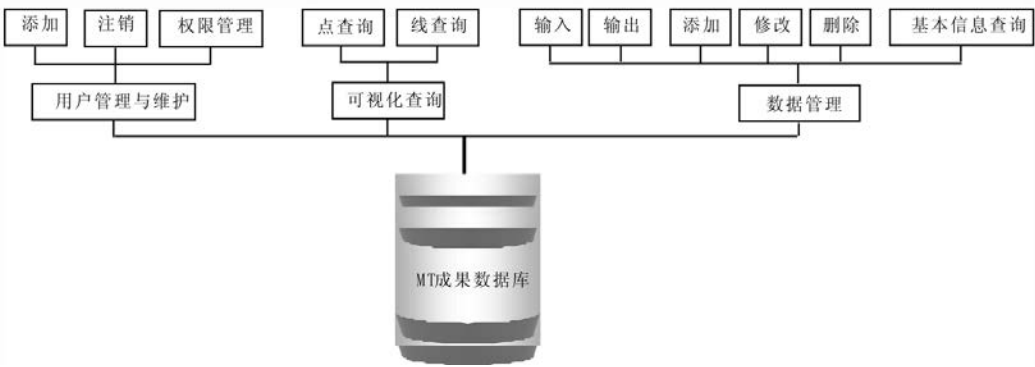


图 1 MT 成果数据库管理系统功能模块

2 MT 管理系统的应用

依据 MT 成果数据管理系统的检索、查询等功能, 以东北地区为例, 开展了研究区的岩石圈层壳—幔电性结构研究。在 MT 成果数据收集, 东北地区涉及的有杨宝俊、卢造勋、史书林、牛雪、刘国兴、白登海和孙武城等人的资料<sup>[10-19]</sup>, 这些 MT 成果数据均在正式刊物上公开发表, 质量可靠, 为进一步开展区域岩石圈电性电性研究提供了有利支持。下面将以 MT 成果数据为基础, 分块体讨论东北地区的壳—幔电性结构。

东北研究区涵盖了地理位置包括北纬 40° 以北的整个中国东北大陆地区, 行政区域包括黑龙江省、吉林省、辽宁省与内蒙古东部地区, 总面积约 150 万 km<sup>2</sup>。研究区处于古亚洲构造域和滨太平洋构造域的叠合部位, 经历了多期构造作用, 地壳活动性强, 地质构造错综复杂。主要包含的一级构造单元有额尔古纳—兴安地块、松嫩—张广才岭地块、佳木斯—兴凯地块与那丹哈达地体, 其中次一级的构造单元有额尔古纳地块、兴安地块、松嫩地块、张广才岭地块、佳木斯地块和兴凯地块等(图 2)。

针对东北地区, 利用管理系统的可视化查询菜单项下点查询, 进入点查询图形界面, 打开 MT 测点文件, 在图形窗口内拉框选中所需查询的 MT 测点, 通过拉框查询, 得到了东北地区测点电性柱图可视

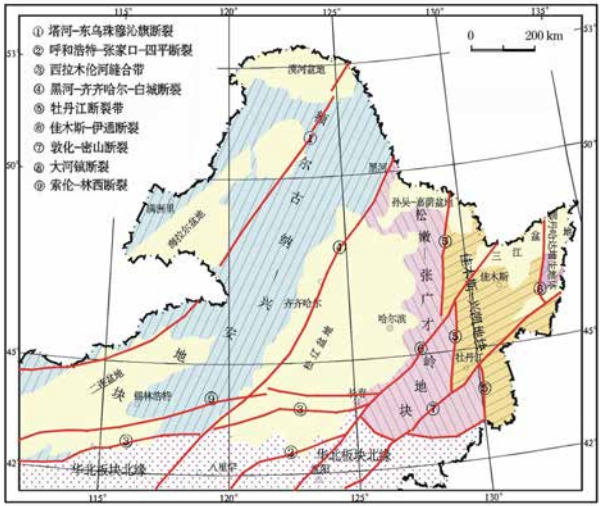


图 2 中国东北地区及其邻区构造单元划分  
(地质底图引自张凤旭等<sup>[9]</sup>, 略有修改)

化结果与相关的数据信息(图 3)。

(1) 除个别造山带区域外(如翁牛特旗), 整个东北地区壳内低阻层普遍发育, 在海拉尔盆地与松辽盆地地壳内中、低阻层发育广泛, 中、低阻层的分布与巨厚的沉积地层覆盖有关。

(2) 东北地区岩石圈厚度基本呈“西厚东薄, 中心薄南部厚”的分布特点。西部地区电性柱岩石圈厚度: 额尔古纳地块西侧满洲里的岩石圈厚度约为 110 km, 至中生代海拉尔盆地减薄到 50 多 km, 到免

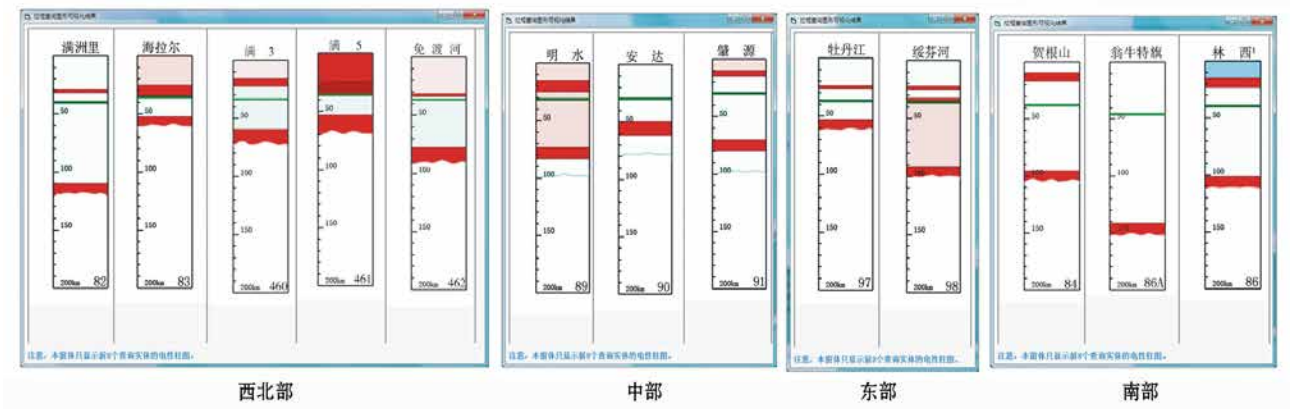


图3 东北地区部分测点电性柱结构

渡河又增加到 80 km 左右;中部松辽盆地的岩石圈厚度在 50~70 km 之间变化;东部的岩石圈又呈现减薄变化趋势;南部的岩石圈厚度相对较厚,均大于 90 km,岩石圈厚度变化范围较大,与南部复杂断裂系统与缝合带的分布有一定关系。

鉴于研究区面积大,MT 测点分布稀疏,结合近年来开展的国家深部探测专项 Sinprobe-01-04 的 MT 探测成果,综合绘制出了东北地区岩石圈厚度分布(图 4)。由图可知,东北地区岩石圈厚度的分布有以下几个特征。

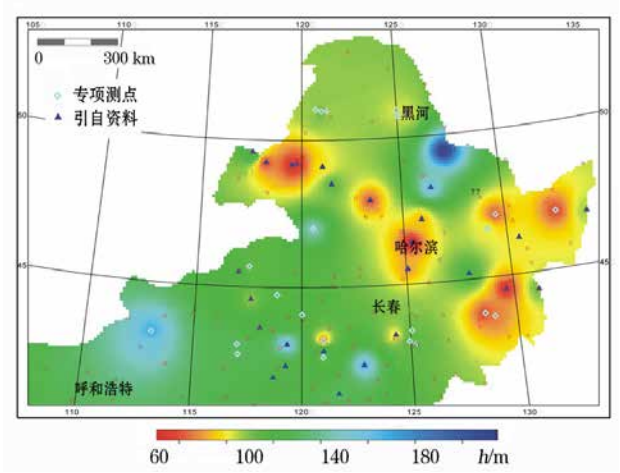


图4 东北地区岩石圈厚度分布

(1)整个东北地区岩石圈厚度呈现“西厚东薄,南北两端厚中部薄”的分布特点。西部岩石圈厚度超过 100 km,局部地区可达 180 km,东缘最薄约为 60 km,这种分布特点与太平洋板块向西俯冲,造成研究区的东部与中部地区岩石圈巨大减薄有关。

(2)东北地区不同盆、山结构表现出不同的岩石圈隆凹特征。海拉尔盆地、松辽盆地与三江盆地对应了软流圈的隆起区,其中海拉尔盆地岩石圈厚度约为 60 km,松辽盆地中心约为 50 km,三江盆地

最薄处为 60 多 km;在大兴安岭地块、小兴安岭地块、张广才岭地块与华北板块北缘等地区则对应着软流圈的凹陷区,大兴安岭地块中部的岩石圈厚度达 130 km,华北板块北缘岩石圈厚度分布在 90~150 km 之间。

(3)沿着近南北走向的牡丹江断裂带,岩石圈厚度为 60~80 km,为软流圈的隆升区,断裂带东侧的岩石圈厚度变薄,认为该区域软流圈顶界面的隆升可能与牡丹江断裂带的切割有关,表明牡丹江断裂为延伸至岩石圈级的深大断裂。

(4)在敦化市东北部的镜泊湖火山岩分布区,岩石圈厚度约为 60 km,对应着软流圈的隆起区,其软流圈顶界面的隆起可能与火山岩浆上涌有关。

3 结论与认识

基于 MT 成果数据管理系统,通过以东北地区为研究对象的应用研究,取得的主要认识和结论有以下几点。

(1)应用 MT 成果管理系统,可为岩石圈的壳—幔圈层的电性结构研究提供便捷、可靠的技术支撑。

(2)通过中国东北地区的研究发现,岩石圈的厚度呈现“西厚东薄”的变化特征。研究区的西部岩石圈厚度普遍大于 100 km,局部达到 180 km,而研究区的东部岩石圈厚度基本在 60~90 km 之间变化。

(3)东北地区的岩石圈电性特征:不同盆、山结构表现出不同的岩石圈隆凹特征,松辽盆地、海拉尔盆地与三江盆地等三大盆地对应软流圈的隆起区,大、小兴安岭、张广才岭与华北板块北缘对应软流圈的凹陷区,此外,镜泊湖火山岩分布区对应软流圈的隆起区,其隆起可能与岩浆上涌有关。

参考文献:

[1] 周建波, 张兴洲, 马志红, 等. 中国东北地区的构造格局与盆地演化[J]. 石油与天然气地质, 2009, 30(5): 530-538.

[2] 邢集善, 杨巍然, 邢作云, 等. 中国东部深部构造特征及其与矿集区关系[J]. 地质前缘, 2007, 14(3): 114-130.

[3] 卢造勋, 姜德禄, 白云, 等. 东北地区地壳上地幔结构的探测与研究[J]. 东北地震研究, 2005, 21(1): 1-8.

[4] 姜德录, 白云, 卢造勋, 等. 中朝地台东北缘及其邻区软流圈分布特征与构造运动的关系[J]. 中国地震, 2000, 16(1): 14-21.

[5] 白云, 姜德录, 卢造勋. 中朝地台东北缘及邻区岩石层壳幔结构比研究[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(2): 120-124.

[6] 郝天珧, 刘伊克, 段昶. 中国东部及其邻域地球物理场特征与大地构造意义[J]. 地球物理学报, 1997, 40(5): 677-690.

[7] 江为为, 周立宏, 肖敦清, 等. 东北地区重磁场与地壳结构特征[J]. 地球物理学进展, 21(3): 730-738.

[8] 胡旭芝, 徐鸣洁, 谢晓安, 等. 中国东北地区航磁特征及居里面分析[J]. 地球物理学报, 2006, 49(6): 1674-1681.

[9] 张凤旭, 张兴洲, 张凤琴, 等. 中国东北地区重力场研究: 利用改进的三方向小子域滤波划分主构造线及大地构造单元[J]. 地球物理学报, 2010, 53(6): 1475-1485.

[10] 刘国兴, 张志厚, 韩江涛, 等. 兴蒙、吉黑地区岩石圈电性结构特征[J]. 中国地质, 2006, 33(4): 824-830.

[11] 杨宝俊, 穆石敏, 金旭, 等. 中国满洲里—绥芬河地学断面地球物理综合研究[J]. 地球物理学报, 1996, 39(6): 772-782.

[12] 卢造勋, 夏怀宽. 内蒙古东乌珠穆沁旗—辽宁东沟地学断面[J]. 地球物理学报, 1993, 36(6): 765-772.

[13] 史书林, 徐常芳, 王继军, 等. 辽宁义县—内蒙古东乌珠穆沁旗剖面深部电性研究[J]. 地震地质, 1991, 13(2): 115-125.

[14] 牛雪, 卢造勋. 闾阳—梨树断面深-浅部构造特征及其与地震活动的关系[J]. 东北地震研究, 1998, 14(2): 67-74.

[15] 白登海, 张丽, 孔祥儒. 内蒙古东部古生代块体碰撞区的大地电磁测深研究 II: 二维解释[J]. 地球物理学报, 1993, 36(6): 773-783.

[16] 刘国兴, 张兴洲, 杨宝俊, 等. 佳木斯地块及东缘岩石圈电性结构特征[J]. 地球物理学报, 2006, 49(2): 598-603.

[17] 张兴洲, 杨宝俊, 吴福元, 等. 中国兴蒙、吉黑地区岩石圈结构基本特征[J]. 中国地质, 2006, 33(4): 816-823.

[18] 杨宝俊, 刘万崧, 王喜臣, 等. 中国东部大兴安岭重力梯级带地球物理场特征及其成因[J]. 地球物理学报, 2005, 48(1): 86-97.

[19] 孙武城, 马宝林, 宋松岩, 等. 湖北随州至内蒙古喀喇沁旗地学断面说明书[M]. 北京: 地震出版社, 1992.

The application of the data management system of MT results to the study of electrical structure of the lithosphere: a case study in Northeast China

PEI Fa-Gen<sup>1,2</sup>, FANG Hui<sup>1,2</sup>, YUAN Yong-Zhen<sup>1,2</sup>, QIU Gen-Gen<sup>1,2</sup>, BAI Da-Wei<sup>1,2</sup>, DU Bing-Rui<sup>1,2</sup>, LI Li<sup>1,2</sup>  
(1. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Langfang 065000, China; 2. Electromagnetic Detection Technology Key Laboratory of Ministry of Land and Resources, Langfang 065000, China)

**Abstract:** Northeast China is located in the overlapping parts of Ancient Asia tectonic domain and Pacific tectonic domain, and the region has experienced multiperiodic tectonic activities and strong magmatism. Plate collage and orogenesis occurred in pre-Mesozoic, and interplate tectonic transformation took place in Mesozoic-Cenozoic; in addition, there are some complex geological structures. To detect the lithosphere electrical structure of the region, the authors conducted the crust-mantle electrical structure study by a data management system of MT results. The crust-mantle electrical information of Northeast China was extracted by use of the query function and the searching function of the management system. The crust low-resistivity layer distribution and the lithosphere's thickness distribution of the study area were obtained by processing the information obtained. Some conclusions have been reached: ① The lithosphere thickness change is characterized by the relative thinness in the east and comparative thickness in the west. ② Different basins and mountains show different uplift-depression lithosphere characteristics. ③ The asthenosphere uplift in Jingbo Lake volcanic area and the uplifting might have been related to magma upwelling. This information could provide support for the study of regional tectonic evolution and dynamics.

**Key words:** magnetotelluric sounding (MT); lithosphere; electrical structure; Northeast China; data management system

**作者简介:** 裴发根(1984-),男,硕士学位,毕业于中国地质大学(北京),主要从事测井地质、岩石物理和大地电磁方面的研究工作。