

内蒙古扎鲁特旗地区岩石物性特征

姚玉来¹, 丁秋红¹, 王杰¹, 李晓海¹, 郜晓勇¹, 宗文明¹, 叶春林²

1. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034; 2. 四川省地质调查院, 四川 成都 610081

摘要: 系统采集了扎鲁特旗地区的岩石物性标本, 测试了密度、磁化率、剩磁强度及电阻率。全面系统地整理了扎鲁特旗地区岩石物性参数, 建立了主要地层-物性柱。分析了地层岩石物性特征, 明确了物性界面, 补充和丰富了该区的岩石物性资料, 为在该区开展后续非震物探工作的方法选择及资料处理解释提供了数据支撑。

关键词: 岩石物性; 非震物探; 扎鲁特旗; 内蒙古

PHYSICAL PROPERTIES OF THE ROCKS IN JARUD QI, INNER MONGOLIA

YAO Yu-lai¹, DING Qiu-hong¹, WANG Jie¹, LI Xiao-hai¹, GAO Xiao-yong¹, ZONG Wen-ming¹, YE Chun-lin²

1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China;

2. Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu 610081, China

Abstract: Specimens were systematically collected in Jarud Qi area to test the density, magnetic susceptibility, residual magnetism and resistivity of rocks. With process and statistic of the physical properties of strata and rocks in the area, a columnar section is established. Based on analysis of the physical characteristics, the physical interfaces of strata and rocks are identified. The complement and enrichment of the physical data would support the subsequent non-seismic geophysical explanation in the study area.

Key words: physical property of rock; non-seismic geophysical exploration; Jarud Qi; Inner Mongolia

0 引言

扎鲁特旗地区位于大兴安岭南段东坡, 因大面积巨厚的中生代火山岩覆盖, 其内的扎鲁特盆地及其周边地区以前一直是石油地质勘探的空白区^[1]。扎鲁特旗地区的盆地分析和大规模火山岩覆盖下烃源岩空间分布的进一步勘查, 是油气基础地质调查首要解决的问题之一, 而开展上述调查研究, 非震物探方法具有不可或缺的作用^[2-5]。非震物探方法要在盆地勘查中发挥

有效作用, 还需要对盆地及其周边的地质体岩石物性参数进行充分了解, 因此该项研究可为通过非震物探方法来揭示盆地深部地层构造提供参考。

本次研究工作在物性标本测试结果基础上, 结合前人在区域上的岩石物性研究成果^[6-7], 全面系统地整理分析了扎鲁特地区岩石物性参数, 建立了该主要岩石地层-物性柱, 补充和丰富了该区的岩石物性资料, 为在该区开展后续非震物探工作的方法选择及

收稿日期: 2017-03-01; 修回日期: 2017-03-22. 编辑: 张哲.

基金项目: 中国地质调查局项目“松辽盆地外围三维地质调查”(1212011220242); “松辽外围西部盆地群油气基础地质调查”(12120115001001).

作者简介: 姚玉来(1985—), 男, 硕士, 工程师, 从事油气基础地质调查工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号, E-mail/yaoyulai@163.com

资料处理解释提供了数据支撑。

1 扎鲁特旗地区地质概况

扎鲁特旗位于内蒙古通辽市西北部,大兴安岭隆起带与松辽沉降带之交接部位,呈近北东向展布,面积约 5098 km²。区域内前中生代地层出露不多,主要在北部及西部有零星出露,泥盆—石炭系发育海相灰岩、砂岩及少量凝灰岩;二叠系发育海相、海陆交互相的火

山岩、火山碎屑岩、浅变质碎屑岩等。三叠纪区域抬升遭剥蚀地层缺失,侏罗纪早期山间盆地沉积了含煤地层。中侏罗世以后的中生代火山岩浆活动强烈,陆相火山岩和各类侵入岩大面积分布(图 1),形成从中侏罗世到早白垩世不同时期分布广泛的中性—酸性火山岩,火山岩约占区域总面积的 55%,火山喷发间歇期有碎屑岩沉积。研究区断裂构造发育,断裂走向以东西向和北东向为主,其次为北西向及南北向。

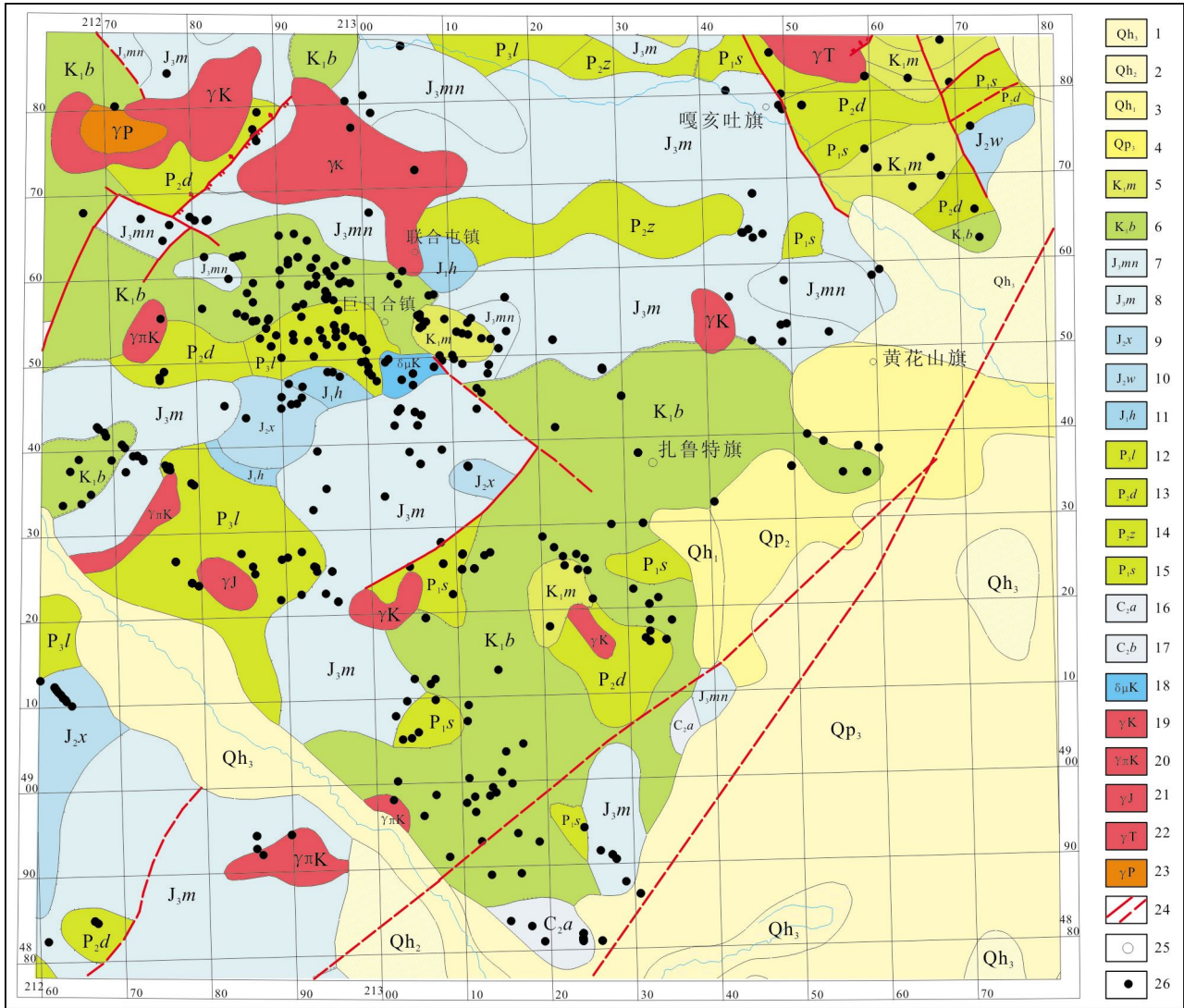


图 1 扎鲁特旗地质简图及物性标本采集位置图

Fig.1 Geological sketch map of Jarud Qi with position of physical property specimens

1—上全新统 (Upper Holocene);2—中全新统 (Middle Holocene);3—下全新统 (Lower Holocene);4—上更新统 (Upper Pleistocene);5—梅勒图组 (Meiletu fm.);6—白音高老组 (Baiyingaolao fm.);7—玛尼吐组 (Manitu fm.);8—满克头鄂博组 (Manketouebo fm.);9—新民组 (Xinmin fm.);10—万宝组 (Wanbao fm.);11—红旗组 (Hongqi fm.);12—林西组 (Linxi fm.);13—大石寨组 (Dashizhai fm.);14—哲斯组 (Zhesi fm.);15—寿山沟组 (Shoushangou fm.);16—阿木山组 (Amushan fm.);17—本巴图组 (Benbatu fm.);18—白垩纪闪长玢岩 (Cretaceous diorite-porphyrity);19—白垩纪花岗岩 (Cretaceous granite);20—白垩纪花岗斑岩 (Cretaceous granite porphyry);21—侏罗纪花岗岩 (Jurassic granite);22—三叠纪花岗岩 (Triassic granite);23—二叠纪花岗岩 (Permian granite);24—断层及推测断层 (fault and inferred fault);25—城镇 (town);26—采样点 (sampling point)

2 物性标本采集与测量

研究区基岩出露面积较大,物性标本采集条件有利。共采集了物性样品 431 件,对其中形态完好的 274 件进行了密度、磁化率、磁化强度、电阻率、极化率测量(表 1),物性标本采集点位分布图见图 1。

物性样品由中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所测定。密度测量采用上海第二天平厂生产的 QD-1 型电子天平,磁性参数测量采用英制 Molspin 测试系统,电阻率测量使用中科院物化探所产的 WD-1 型岩矿石电性测量仪。密度和电阻率测量前,对样品进行 24 h 以上的纯净水浸泡,达到饱和。

3 岩石物性特征

岩石地球物理性质的差异是引起地球物理异常场的基础,是地球物理勘探的前提。充分了解并掌握岩石物性参数特征是解释物探异常必不可少的条件,它对于后继地球物理勘探资料的分析处理和解释具有重要意义。

表 1 为经数理统计获得的扎鲁特地区主要岩石物性参数,据此建立了主要地层物性综合柱状图(图 2)。对比已有区域资料^[7-8],在分析总结该区的岩石物性特征基础上,明确了物性界面。

3.1 密度特征

研究区白垩系地层算术平均密度为 $2.617 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$; 侏罗系地层算术平均密度达 $2.567 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$; 古生界地层平均密度为 $2.717 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。碳酸盐岩的密度较高,一般为 $2.77 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,花岗岩类密度一般为 $2.55 \times 10^3 \sim 2.58 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,闪长花岗岩类一般为 $2.68 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,石英闪长岩一般为 $2.75 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。从中可以看出,白垩系与侏罗系算术平均密度较为接近,不易区分,而侏罗系与古生界算术平均密度相差 $0.150 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,构成区内一个密度界面(图 2)。因此,利用重力异常识别古生界地层的起伏和深度,具有物性前提。有古生界出露或隐伏隆起的区域,将出现局部重力高异常。花岗岩类密度与侏罗系相当,闪长岩类密度与古生界相当,因此在地质解释时还需要结合其他地球物理特征对其进行区分。

3.2 磁性特征

区内白垩系岩石地层算术平均磁化率为 $2485.9 \times 10^{-5} \text{ SI}$,以安山岩、酸性多斑熔岩为代表,具有高磁化

率和高剩磁强度;上侏罗统算术平均磁化率为 $9552 \times 10^{-5} \text{ SI}$,安山岩、安山玢岩、凝灰熔岩等磁性较强,并具有较强的剩磁特征,磁化率大于 $5000 \times 10^{-5} \text{ SI}$,其次为凝灰岩,呈中等磁性,磁化率均值一般在 $(1000 \sim 3000) \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。中下侏罗统磁化率均值低至 $112 \times 10^{-5} \text{ SI}$,主要是低磁的酸性凝灰岩和砂岩。古生界算术平均磁化率为 $4130.6 \times 10^{-5} \text{ SI}$,二叠系安山岩的磁化率和剩磁都不高,然而大石寨组的变质细砂岩和寿山沟组的凝灰质粗砂岩具有超高的磁化率和剩磁强度。无论是中生界还是古生界的沉积地层大多数表现为无磁性或弱磁性,磁化率均值一般小于 $200 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。花岗岩呈弱磁性,闪长斑岩、石英斑岩、花岗斑岩、花岗闪长岩磁性较强。因此本区岩层应存在 3 个磁性界面,分别在白垩系与侏罗系间、中侏罗统与上侏罗统间和下侏罗统与古生界间(图 2)。

3.3 电性特征

下白垩统岩石地层的电阻率大多数在 $509.9 \sim 3731.7 \text{ } \Omega\text{m}$ 之间,平均 $1481.2 \text{ } \Omega\text{m}$,具中高阻层特征;上侏罗统岩石地层的电阻率大多数在 $462.9 \sim 2416.1 \text{ } \Omega\text{m}$ 之间,平均 $1374.3 \text{ } \Omega\text{m}$,与下白垩统电阻率接近;中下侏罗统岩石地层的电阻率在 $338 \sim 920 \text{ } \Omega\text{m}$ 之间,平均 $581 \text{ } \Omega\text{m}$,可视为中低阻层。古生界多数岩石地层的电阻率在 $800 \sim 3000 \text{ } \Omega\text{m}$ 之间,具中高阻层特征,上石炭统阿木山组灰岩的电阻率更是达到了 $6000 \text{ } \Omega\text{m}$ 以上的高阻。因此该区岩层应存在两个电性界面,分别在中侏罗统与上侏罗统间和下侏罗统与古生界间(图 2)。

本区侵入岩电阻率都在 $500 \text{ } \Omega\text{m}$ 以上,呈中高阻特征。中生界火山岩以中高阻为特征,但其中的沉积岩夹层呈中低阻。古生界存在局部的低阻异常,如二叠系林西组的泥岩、板岩和寿山沟组的板岩呈低阻特征,如果赋存条件合适,可作为本区的一个电性标志层^[7-8]。

4 结论

1) 获得了扎鲁特旗地区主要地层岩石物性参数,建立了地层物性柱状图。不同时代岩石地层间存在物性差异,构成物性界面。

2) 侏罗系与古生界存在较大的算术平均密度差,构成区内一个密度界面。中生界安山岩、凝灰熔岩磁性较高,凝灰岩和砂岩磁性相对较低,古生界磁性相对较高。本区岩层应存在 3 个磁性界面,分别在白垩系

表 1 扎鲁特旗地区岩石地层物性统计表

Table 1 Physical properties of strata and rocks in Jarud Qi area

地 层	岩 性	样品数	密度/(10 ³ kg/m ³)	磁化率/10 ⁻⁶ SI	剩磁强度/(10 ⁻³ A/m)	电阻率/Ωm
白垩系	安山岩	18	2.702	11292.4	3167.6	2869.4
	梅勒图组(K _{1m})					
	英安质流纹熔岩	1	2.693	122.7	9.5	509.9
	安山质岩晶屑凝灰岩	1	2.676	854.1	185.2	1492.3
	晶屑凝灰岩	58	2.542	1832.8	482.6	836.6
	流纹岩	3	2.583	1088.3	1538.5	1714.9
	凝灰质砂岩	8	2.589	643.8	10.5	430.8
	白音高老组(K _{1b})					
	酸性熔岩	4	2.634	2537.9	641.7	2158.1
	酸性多斑熔岩	1	2.609	6229.9	2135.2	3731.7
	角砾熔岩	2	2.544	159.8	12.4	246.6
	火山集块岩	1	2.598	97.4	2.3	821.5
侏罗系	安山岩	7	2.657	12106.4	739.7	1512.0
	玛尼吐组(J _{3mn})					
	晶屑凝灰岩	8	2.615	2439.4	190.9	2416.1
	安山质凝灰熔岩	2	2.671	15622.4	344.9	2313.1
	安山玢岩	1	2.614	37284.8	153135.7	1831.2
	晶屑凝灰岩	31	2.516	2538.8	1719.5	1028.4
	酸性熔岩	25	2.549	5440.0	2769.5	1373.4
	满克头鄂博组(J _{3m})					
	凝灰质含砾杂砂岩	1	2.316	345.4	18.3	57.1
	流纹岩	2	2.447	639.4	32.4	462.9
	塔木兰沟组(J _{2t})					
	玄武安山岩	1	2.556	71.0	2.0	689.8
二叠系	凝灰岩	14	2.555	159.0	118.1	377.8
	新民组(J _{2x})					
	长石石英粗砂岩	1	2.621	54.6	1.7	338.0
	红旗组(J _{1h})					
	长石砂岩	1	2.662	166.2	3.0	920.0
	泥岩	1	2.605	210.6	2.9	193.7
	林西组(P _{3l})					
	砂岩	27	3.069	1216.5	94.7	1910.1
	板岩	1	2.676	233.8	1.2	232.8
	安山岩	7	2.669	312.5	32.5	617.8
	大石寨组(P _{2d})					
	凝灰质熔岩	1	2.685	4376.9	536.9	4116.9
泥盆—石炭系	变质砾岩	1	2.718	205.7	0.7	1234.3
	变质细砂岩	1	2.792	19881.8	13570.0	2069.4
	凝灰质粗砂岩	1	2.792	19881.8	13570.0	2069.4
	寿山沟组(P _{1s})					
	细砂岩	1	2.741	6780.9	4525.2	1203.8
	板岩	1	2.654	123.1	0.3	501.7
	本巴图组(C _{2a})					
	灰岩	5	2.765	232.5	0.7	6467.8
	色日巴彦敖包组					
	(D ₃ -C ₁)s					
	晶屑凝灰岩	1	2.675	67.3	0.0	3141.1
	凝灰质粉砂岩	1	2.693	174.3	0.3	1589.9
侵入岩	闪长岩	5	2.665	3280.7	826.0	536.1
	闪长斑岩	7	2.665	10562.8	1145.7	1118.0
	正长斑岩	1	2.545	3715.6	123.9	1828.0
	石英斑岩	1	2.591	6483.2	1568.7	4920.6
	花岗岩	2	2.546	69.1	0.4	1126.9
	不等粒花岗岩	4	2.571	17288.0	316.3	1043.9
	中粗粒花岗岩	7	2.546	178.3	3.0	525.1
	花岗斑岩	5	2.555	2839.7	44.7	1081.0
	花岗细晶岩	2	2.553	2874.4	23.5	856.5

样品测试单位:中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所.

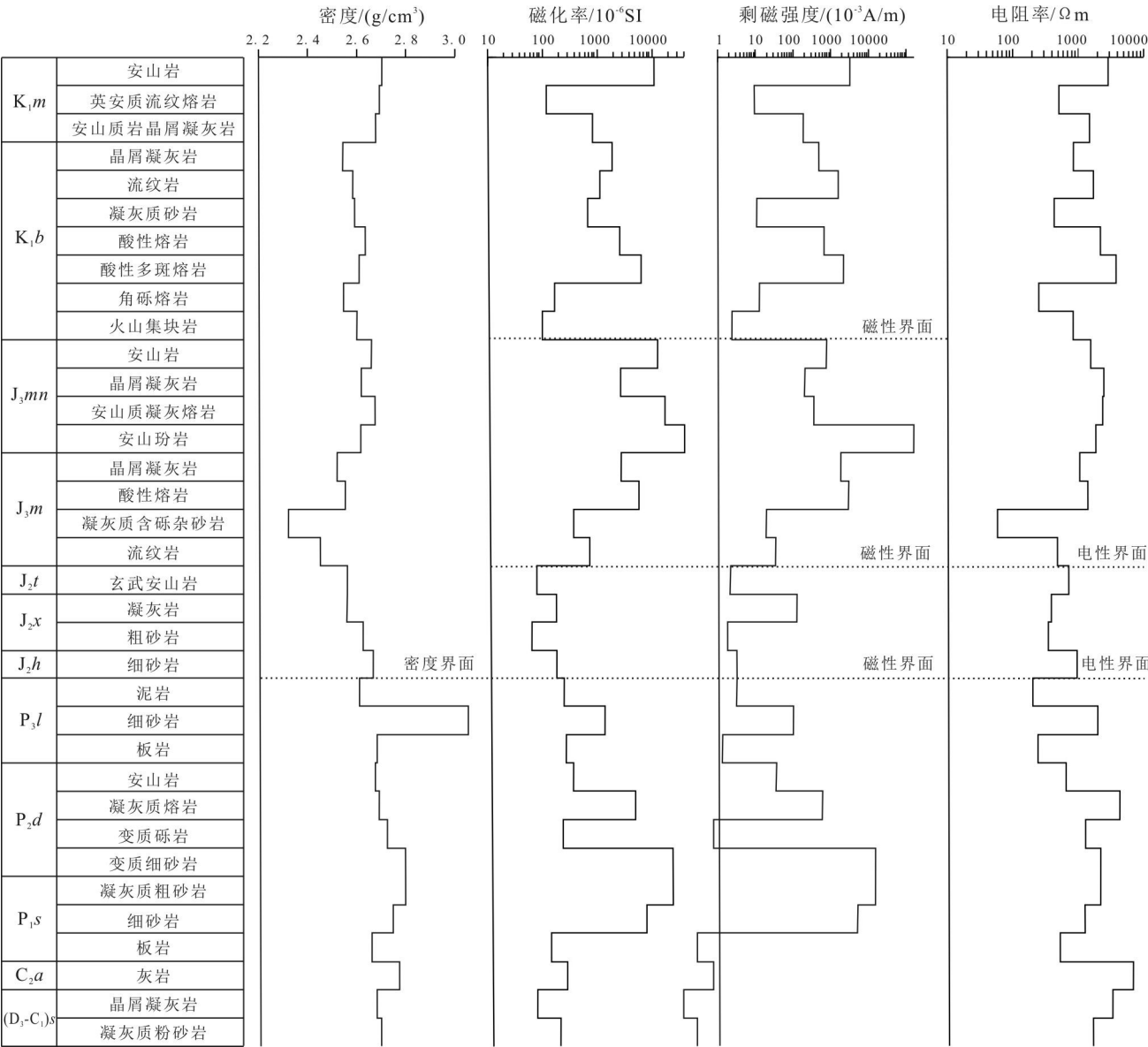


图 2 扎鲁特旗地区地层物性综合柱状图

Fig. 2 Composite columnar section of physical properties of Jarud Qi area

与侏罗系间、中侏罗统与上侏罗统间和下侏罗统与古生界间。中下侏罗统电性特征表现为中低阻，其与上下地层间构成两个电性界面。

致谢：中国地质调查局沈阳地质调查中心赵维俊高级工程师参与了样品测试数据整理工作，在此表示感谢。

参考文献：

[1] 陈树旺, 丁秋红, 郑月娟, 等. 松辽盆地外围新区、新层系——油气基础地质调查进展与认识[J]. 地质通报, 2013, 32(8): 1147–1158.
[2] 夏国治, 许宝文, 陈云升, 等. 二十世纪中国物探(1930—2000)[M].

北京: 地质出版社, 2002.
[3] 《中国矿床发现史》编委会. 中国矿床发现史·物探化探卷[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
[4] 杨宝俊, 张梅生, 王璞珺. 中国油气区地质-地球物理解析[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
[5] 胡平, 方慧, 钟清. 青藏高原油气资源战略调查与评价中的非地震方法技术[M]. 北京: 地质出版社, 2012.
[6] 钟清, 方慧, 李晓昌, 等. 松辽盆地外围中生代盆地的岩石物性——以突泉盆地和乌兰盖盆地为例[J]. 地质通报, 2013, 32(8): 1187–1194.
[7] 方慧, 钟清, 李晓昌, 等. 内蒙古扎鲁特盆地深部林西组发育特征——来自大地电磁探测的依据[J]. 地质通报, 2013, 32(8): 1289–1296.
[8] 丁秋红, 赵维俊, 李晓海, 等. 综合物探方法在松辽盆地外围三维地质调查中的应用[J]. 地质与资源, 2016, 25(6): 567–574.