

河北省物理地层界线厘定

杨书辰, 宫进忠, 董杰

(河北省地质调查院, 河北 廊坊 065000)

摘 要: 以现代地层学多重划分为理论依据, 以岩石地层单元组的密度、磁化率、剩余磁化强度及厚度加权算术平均值等物性参数为研究对象, 以有序地质量最优分割方法为数学手段, 进行河北省全区综合地层柱物理地层界线的厘定, 并对其地质意义进行了初步讨论。

关键词: 密度; 磁化率; 剩余磁化强度; 物理地层界线厘定; 河北省

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2004)01-0023-03

现代地层学多重划分理论认为: 岩层有多少能够用于划分的依据, 地层就有多少种类的划分, 就有多少种类的单位。一种特征的变化不一定总与另一种特征的变化相一致, 穿时现象是普遍存在的^[1]。根据地层物性特征的变化趋势, 将岩层系统的划分成若干特征一致的单位序列, 称为物理地层划分^[2], 是地层研究现代化的有机组成部分, 在基础地质研究和地球物理勘查中都具有重要意义。作者以河北省区域地层综合序列岩石密度、磁化率、剩磁强度等物性参数为依据, 采用有序地质量 Fisher 最优分割法^[3], 进行界线划分研究。

1 区域岩石地层概述

岩石地层基本单位组具有岩石总体一致性、组合稳定性、野外可识别、区域可填图、时空延展性, 是划分区域地层柱的唯一正式单位, 是研究地层序列的组成、结构、纵横变化、地质发展历史以及其它方面实际问题的基础。

本区地层发育齐全, 厚度巨大, 除震旦系、志留系和泥盆系外均有出露。综合第二轮地质志(1989)、岩石地层清理工作成果^[4]和第三轮数字化地质编图成果, 对区内岩石地层简介如下。

迁西群包括上川组 Q_{xs} 和三屯营组 Q_{xst} 。遵化群含拉马沟组 Zhl 和跑马场组 Zhp 。阜平群分为 3 个亚群 9 个组, 下亚群含索家庄组 F_{psj} 、团泊口组 F_{pt} 和南营组 F_{pn} ; 中亚群含漫山组 F_{pms} 、木厂组 F_{pm} 、四道河组 F_{psd} 和红土坡组 F_{ph} ; 上亚群含跑泉厂组 F_{ppq} 和榆树湾组 F_{py} 。五台群(下亚群)出露

板峪口组 Wtb 、上堡组($Wtsh$)和龙家庄组($Wtln$)。滹沱群含南寺掌组 $Htnn$ 、南寺组 Htn 、蒿亭组 Hth 和牛山组 $Htns$ 。长城系含赵家庄组 $Chzh$ 、常州沟组 Chc 、串岭沟组 $Chch$ 、团山子组 Cht 、大红峪组 Chd 、高于庄组 Chg 。南口系含大红峪组 Nkd 和高于庄组 Nkg 。蓟县系含杨庄组 Jxy 、雾迷山组 Jxw 、洪水庄组 Jxh 和铁岭组 Jxt 。青白口系含下马岭组 Qbx 、龙山组 Qbl 和井儿峪组 Qbj 。寒武系含昌平组 E_{1c} (府君山组)、馒头组 E_{1-2m} 、张夏组 E_{2z} 、崮山组 E_{3g} 和炒米店组 $E-Ocm$ (长山阶+凤山阶)。奥陶系含冶里组 O_{1y} 、亮甲山组 O_{1l} 、马家沟组 O_{1-2m} 。石炭系分本溪组 C_{2b} 和太原组 C_{2-3t} 。二叠系含山西组 P_{1sx} 、石盒子组 P_{1-2sh} 和孙家沟组 P_{2s} 。三叠系分刘家沟组 T_{1l} 和尚沟组 T_{2h} 、二马营组 T_{2e} 和杏石口组 T_{3x} 。侏罗系含南大岭组 J_{1n} 、下花园组 J_{1x} 、九龙山组 J_{2j} 、髫髻山组 J_{2t} 、土城子组 J_{2tch} 和张家口组 J_{3z} 。白垩系分大北沟组 K_{1d} 、九佛堂组 K_{1jf} 、义县组 K_{1y} 、下店组 K_{1x} 、青石砬组 K_{1q} 和南天门组 K_{1-2n} 。山区新生代地层由下而上为: 古近系西坡里组 E_{2-3x} 、汉诺坝组 $E-Nh$ 、石匣组 N_{2s} 、第四系泥河湾组 Qpn 。

2 密度地层

最初的也是最重要的密度界面位于 T_{1l} 与 P_{2sh} 、 Chz 与 $Htns$ 之间, 将全区地层分割为 3 个巨大的密度层: $AR-Pt_1$ 、 Pt_2-P 、 $T-Q$ (E_{1h} 和 K_{1q} 作为低密度层中的高密度异常层被较早分割出来)。3 个密度层的密度(及厚度)分别为 $2\ 462$ ($13\ 031\ m$)、 $2\ 659$ ($11\ 243\ m$) 和 $2\ 711\ kg/m^3$ ($28\ 052\ m$)。

两大界面分别与海西运动(250 Ma)和吕梁运动(1 700 ~ 1 850 Ma)相对应。海西运动在康保—围场断裂以北的地槽区,伴随构造运动的岩浆活动强烈,兴蒙地槽回返为陆与南侧地台连为一体,沿断裂带形成一系列韧性剪切带和推覆断裂,为造山运动;吕梁运动分为两幕,第一幕(2 100 ~ 2 150 Ma)早期以层间褶皱为主,晚期形成同斜倒转褶皱和韧性剪切带,第二幕(1 865 Ma)为南北向褶皱及北西向张裂隙和岩墙群。其巨大的影响使康保—围场断裂以南全部上升为陆,形成华北地台基地,之后持续150 Ma的剥蚀夷平形成明显角度不整合的盖层沉积。地壳增生的主要方式基本上可归纳为3种:①硅铝质低熔组分从原始地球熔体中分异出来,主要发生在地球历史的早期阶段;②处于侵蚀基准面以上的岩石经受风化、剥蚀,被搬运到内陆盆地或海域沉积,可发生在任何时期,地台盖层时期则最为重要;③内生岩浆的侵入和喷发,造成已形成的岩层破坏、改造并加厚,主要发生在强烈活动时期。本区三大构造建造层(Ar—Pt₁、Pt₂—P、T—Q)分别与上述3种地质作用相对应。基底形成阶段的沉积包括陆核初始期的迁西群麻粒岩相,陆核增生期遵化群、阜平群高角闪岩相,裂谷发生期五台群角闪岩相及裂谷发展期甘淘河群绿片岩相变质岩系。基底形成后,不整合地沉积了一套未变质的地台型盖层,包括Ch—Qn、C—O及C—P三个沉降期。盖层沉积后,本区进入强烈活动阶段,沉积了一套基性—中酸性火山岩与复陆屑、类磨拉石互层建造。

在两大密度界面附近,地球生命系统也发生了重大转变。①在Ch与Ht界线上,串岭沟组底部和常州沟组顶部页岩中,发现直径100 μm单细胞有丝分裂真核生物化石,团山子组中部出现真核绿藻门化石^①,而真核生物的出现被认为是生物演化史上划时代的重大事件。甘淘河群(溱沱群)中则未见真核生物踪迹。从叠层石类型上看,甘淘河群上部为柱状,而长城系下部为层状、层柱状。②T与P界线附近,本区范围内,沉积环境从温暖潮湿向炎热干旱转变。生物界经历由繁盛—灭绝—再繁盛的变化,从发现的化石数目来看,P_{1sx}植物64种、P_{1-2sh}植物70种、P_{2s}植物3种、鱼类1种,T_{1l}极为稀少,仅植物1种,T_{2h}植物5种,T_{2e}动物1种,T_{3x}植物31种、鱼类1种、叶肢介1种。浙江省长兴县二叠系—三叠系连续剖面界线粘土和紧接其上的泥岩中发现的Ir、Cr、Co、Ni等元素及C同位素异常,可能记录了一次地外罕见陨击事件,从而导致环境发

生重大变化^[5]。整个显生宙内,二叠纪末是最严重的一次生物种群大灭绝事件。据统计,全世界24个科级以上的生物在晚二叠世灭绝,约占海洋动物的半数以上。而早三叠世却有16个科级以上的动物首次出现(Schindewolf, 1962)。

近年来,构造地质学的重要进展就是发现了许多层间滑脱拆离断层为标志的岩石圈内部水平剥皮构造,而Fp₂和Fp₃、Fp₃和Wt、Ht和Ch、Chd和Chg、Jxt和Qbx、C₁和C₂等地层之间密度差及低密度软弱层的存在,无疑为其提供了岩石力学基础。其中基底与盖层之间的滑脱带、构造面常位于基底与各时代沉积盖层之间的角度不整合面上,一般表现为脆韧性正向拆离带,时代为中生代以来,除具多期次滑动蠕变性质外,其空间位置常与变质核杂岩构造体制有关,是地幔热柱分级演化区域大陆地壳伸展作用的结果,是岩浆侵位、流体循环、导矿容矿的有利构造环境。

3 磁性地层

磁化率的最初分割线将Qxs—Fpt、Htnn、J_{1n}、K_{1y}、E-Nh等中基性火山岩地层划定出来,而依据分割线的疏密可将全区地层柱归并为三大磁化层:Qxs—Hth、Htns—T_{3x}、J_{1n}—E-Nh,与三大密度层界线基本一致,只是稍有提前(Ch→Htns)或滞后(T_{1l}→J_{1n})。

剩余磁化强度分割线优先将E—Nh、K_{1y}、J_{1n}、Htnn和Zhp等层位凸显出来,而分割线之疏密程度划分的三大剩磁层:Qxs—Htnn、Htn—T_{3x}、J_{1n}—E-Nh,与上述磁化层相比底界又有提前(Htns→Htnn)。

三大磁性层特征为:第一层以高值为主,频繁出现中等值夹层;第二层以低值为主,局部出现负值(逆磁);第三层以中等值为主,出现若干高值夹层。

岩石的磁性特征是由其成因类型所决定的,是壳幔关系的定量示踪。统计结果可粗略地表明岩石磁性与其生成深度正相关(表1),对火成岩而言,一定范围内,形成深度愈大,其磁性愈强;而沉积岩从陆相到海相,磁性强度逐渐降低(表2),从火成岩中分离出来的I型比沉积母岩得到的S型花岗岩磁性也明显地强,前者 $\kappa = (780 \sim 3\,045) \times 10^{-6} \times 4\pi \text{ SI}$,后者 $\kappa = (21 \sim 807) \times 10^{-6} \times 4\pi \text{ SI}$ 。从迁西群到甘

① 朱世兴,燕山区震旦亚界下部叠层石中微生物化石的初步研究.天津地质矿产研究所所刊,第5号,1982.

表 1 河北省岩浆岩磁性特征与形成深度

火山岩	κ	M_r	侵入岩	κ	M_r	h/km
流纹岩	122	258	花岗岩	680	179	<20
安山岩	2022	931	闪长岩	1389	770	20~60
玄武岩	1157	1799	辉长岩	4725	954	60~100
似科马提岩	2785	2560	橄榄岩	6528	3204	>100

注:磁化率: $\kappa/(10^{-6} \times 4\pi \text{ SI})$,剩磁强度: $M_r/10^{-3} \text{ A/m}$,以下同。

表 2 河北省沉积岩的磁性相环境

岩石类型	κ	M_r	剩磁比	沉积(相)环境
石灰岩	2.51	0.88	0.78	海相
白云岩	3.75	0.90	0.53	海相
页岩	11.21	1.65	0.33	沼泽泻湖相
砂岩	13.02	9.46	1.61	河流相、陆棚滨海相
砾岩	43.29	27.59	25.02	河流相

淘河群,是壳幔分异、陆壳增厚的渐进幕式过程。

迁西群和遵化群中大量富铁镁暗色矿物,数以千计的超基性岩豆或岩块,以及储量巨大的条带状磁铁矿石岩矿床,显示其与地幔的来源关系,其形成温度 $700 \sim 900^\circ\text{C}$ 、压力 $(7 \sim 11) \times 10^5 \text{ kPa}$,相当于地壳断面的下部。阜平下亚群无论区域展布上的面型分布岛弧性质,还是岩石类型地球化学特征等方面都与迁西群类似,只是开始出现了大理岩,表明其陆壳性质更为显著。

从阜平中亚群开始,地壳演化表现出若干较为重要的异化,空间布局上已初具带状势态,而五台群和甘淘河群已明显具有条带状裂谷型特征,其暗色矿物含量、基性—超基性岩的比例及磁铁矿石岩的数量和规模都明显减少,形成温度 $540 \sim 700^\circ\text{C}$ 、压力 $(4 \sim 7) \times 10^5 \text{ kPa}$,是中上地壳的代表。

从长城系或甘淘河群上部开始,地壳演化发生了根本性的转变,从基底形成转变成盖层发育。从长城纪到蓟县纪,海水旋回式加深,陆源碎屑渐趋减少,磁化率逐步降低,雾迷山组发育巨型穹状藻礁化石,海水达到最深,其岩石大多表现出逆磁性;青白口纪、寒武纪到三叠纪,沉积环境动荡,并从海相过

渡到陆相,陆源碎屑渐增,岩石磁性略有增强。

自中生代以来,太平洋板块快速向亚洲大陆东部俯冲,本区沦为活动大陆边缘,火山喷发、岩浆侵入广泛而强烈,岩石磁性逐步增强,至早白垩世板块消亡带进一步加深,在含大量复陆屑建造中出现玄武安山岩喷溢(K_1y),其岩石磁化率达到变质基底的程度。晚第三纪,板块俯冲消亡带可能已达上地幔的深度,酿成地幔热羽,地幔源区部分熔融,喷溢成汉诺坝地区碱性玄武岩与拉斑玄武岩多个互层。碱性玄武岩中含较多地幔岩(二辉橄榄岩)包体,岩石中亦普遍含有橄榄石包晶。汉诺坝玄武岩磁化率较高,而剩磁更高,为各地层之冠。

地壳演化的超巨旋回至此回返,并肇始另一新的旋回。总之,地层岩石密度特征反映出区域地壳演化的方向性、不可逆性和阶段性;磁性特征表现出旋回性和自相似性。

4 结论与建议

河北省发育一套非常典型的晋冀鲁豫构造区地层,本次采样剖面大多具有层型属性,其岩石标本物性测定达到国内领先水平,该区系统的物理地层工作尚属首次,其成果对区域地壳演化、地球物理勘查等领域的研究和应用具有重要意义。

参考文献:

- [1] 张守信. 理论地层学[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [2] 地质矿产部. 沉积岩区 1:5 万区域地质填图方法指南[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [3] 姜元仁,徐振邦. 有序地质量最优分割问题[M]. 北京:地质出版社,1980.
- [4] 河北地矿局. 河北省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [5] 张勤文,徐道一. 天文地质学进展[M]. 北京:海洋出版社,1986.

THE DEFINITION AND DETERMINATION OF PHYSICAL STRATIGRAPHIC BOUNDARIES IN HEBEI PROVINCE

YANG Shu-chen, GONG Jin-zhong, DONG Jie
(Hebei Institute of Geological Survey, Langfang 065000, China)

Abstract: With modern multiple stratigraphic classification as the theoretical basis, the density, susceptibility and residual magnetization of regional lithostratigraphic formations as the research objects, and the Fisher grouping for maximum homogeneity as the mathe-

下转 31 页

GEOPHYSICAL CHARACTERISTICS AND COAL-SEARCHING PROSPECTS IN EAST HENAN AREA

LI Wen-yong¹, XIA Bin¹, LU Wen-fen²

(1. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China*; 2. *Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, China*)

Abstract: Based on an integrated analysis of all kinds of geophysical data, this paper deals with such characteristics of geophysical fields in east Henan plain as the gravity field, the magnetic field and seismic reflective waves. Through combined inversion of gravity, magnetic, seismic and drilling data, the authors carried out regional geological research and integrated geological explanation, and pointed out the coal-searching target area.

Key words: geophysical characteristics; combined inversion; regional geological study; coal-searching prospect; east Henan area

作者简介: 李文勇(1966 –), 男, 1991 年获硕士学位, 现为中国科学院广州地球化学研究所博士研究生, 高级工程师, 主要从事地球物理学与构造地质学研究工作。

上接 22 页

STATISTICAL CHARACTERISTICS OF REGIONAL PHYSICAL DATA OF ROCKS AND MINERALS FROM JIANGXI PROVINCE

YAN Hui¹, LI Lie², ZHANG Li-wei¹, GUO You-zhao²

(1. *Jiangxi Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Nanchang 330201, China*; 2. *Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China*)

Abstract: This paper describes statistical characteristics of rock and mineral physical data from the whole Jiangxi Province and two stratigraphic regions, which include 53 741 rock and mineral density data, 12 677 magnetic susceptibility data and 12 424 residual magnetization data. The results serve as reference materials for geophysical exploration work in Jiangxi Province.

Key words: Jiangxi Province; classification of rocks; density; magnetic susceptibility; residual magnetization; geophysical exploration in the mining area

作者简介: 言会(1968 –), 男, 1991 年毕业于西安地质学院, 主要从事物探技术及管理管理工作。

上接 25 页

matal means, the authors defined and determined physical stratigraphic boundaries of the stratigraphic column in Hebei Province. Their geological implications have been discussed, which include crustal evolution, biotic succession, lithosphere dynamics, crust – mantle differentiation, lithofacies distribution etc.

Key words: density; susceptibility; residual magnetization; definition and determination of physical stratigraphic boundary; Hebei Province

作者简介: 杨书辰(1959 –) 男, 河北临城人。1982 年毕业于河北地质学院地质系。现为河北省地质调查院教授级高级工程师, 长期从事物探、化探生产、综合研究及技术管理工作。