

苏德尔特构造带贝14块兴安岭群层序地层分析

张君龙¹, 司英华², 汪爱云³

(1. 大庆油田勘探开发研究院, 黑龙江 大庆 163712;

2. 大庆油田测试技术服务分公司, 黑龙江 大庆 163712;

3. 大庆钻探集团测井公司, 黑龙江 大庆 163412)

摘要: 以层序地层学理论为指导, 利用岩心、测井、地震资料相结合的分析手段, 建立了苏德尔特构造带贝14块兴安岭群的层序地层等时格架, 将兴安岭群划分为3个三级层序和短期中期基准面旋回。分析了个层序的主要构型及其成因, 认为盆地由断陷向凹陷转化, 沉积速率也随之降低, 盆地各层序的厚度由厚变薄。兴安岭群内部层序界面多为沉积间断, 不同沉积时期的岩性、物性以及沉积物叠置关系具有明显的韵律性变化。层序发育明显受构造活动的控制, 幕式构造活动是构成层序主要构型的成因。

关键词: 断陷盆地; 高分辨率层序; 层序界面; 基准面旋回; 等时地层格架

doi: 10.3969/j.issn.1001-1412.2009.03.011

中图分类号: P539.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2009)03-0237-06

0 区域地质概况

海拉尔盆地位于内蒙古自治区呼伦贝尔盟, 是大庆探区较大的含油气盆地之一, 属于中亚—蒙古坳拉槽的一部分, 以德尔布干断裂为界, 其西属于额尔古纳褶皱系, 其东为内蒙—大兴安岭褶皱系。盆地内分为三坳、两隆共5个一级构造单元, 由西向东依次为扎赉诺尔坳陷、嵯岗隆起、贝尔湖坳陷、巴彦山隆起和呼和湖坳陷。进一步又划分为4个凸起、16个凹陷共20个二级构造。经过多年的勘探, 分别在乌尔逊、贝尔、呼伦湖3个凹陷中发现了苏仁诺尔、巴彦塔拉、呼和诺仁、苏德尔特、霍多莫尔、苏乃诺尔、小河口等7个工业油气聚集带。

苏德尔特构造带位于海拉尔盆地贝尔凹陷断阶带上, 属断块构造, 处于凹陷中央的隆起带上, 是长期形成的继承性古隆起, 油源丰富, 具有良好的生、储、盖组合, 成为有利的油气聚集带。

1 层序界面的识别

层序特征主要包括两个方面的内容: 一是层序

边界的特征, 二是层序内部反射结构特征。其中边界特征是识别层序类型的主要标志, 层序地层分析的关键在于不同级别界面的识别, 因此层序界面及体系域界面的识别和研究具有相当重要的意义。

层序地层单元(时间单元)的界面可以是不整合面, 也可以是沉积间断面, 还可以是沉积作用的转换面。在不整合面或沉积间断面不发育的地区, 基准面旋回的界面通常是通过沉积作用的转换识别出来的。层序界面在地震剖面上反映地层的不整合面, 表现为几种特殊的反射波终止或消失现象——削截、顶超和上超; 层序边界在测井曲线上通常有明显的响应, 一般表现为突变性界面, 高分辨率地层倾角测井、井下电视与微电阻率扫描成像方法能够有效地识别不整合面的存在。因此, 根据层序界面在地震、测井、岩心上的响应特征, 可以对层序边界加以识别。

1.1 地震剖面上的层序边界特征

在研究区(苏德尔特构造带贝14块)的兴安岭群顶部可见到与上覆水平层间的反射终止的削截现象, 其底部可以看到兴安岭群水平层的反射同相轴沿基岩杂乱反射层向上终止的上超现象。兴安岭群沉积早期为断裂初始拉张阶段, 构造运动强烈, 盆地

收稿日期: 2008-08-13

作者简介: 张君龙(1974), 男, 黑龙江大庆人, 工程师, 硕士, 2007年毕业于大庆石油学院矿产普查与勘探专业, 从事石油地质及资源勘探研究。通信地址: 黑龙江省大庆市, 大庆油田勘探开发研究院; 邮政编码: 163712; E-mail: zhangjunlong@petrochina.com.cn

的沉降速度大于沉积物的沉积速度,湖盆水域不断扩大,沉积物的向岸推进形成上超面;削截代表一种侵蚀作用,兴安岭群沉积晚期,盆地沉降速度有所减弱,构造作用使下伏地层抬升,发生地层削截。这种上超下削的地震反射特征反映出兴安岭群地层与上下地层不整合接触的叠置关系,为兴安岭群地层的顶底层序界面。

另外,在兴安岭群内部局部能够看到下超现象,下超面的产生是由于沉积速度大于沉降速度,沉积物向盆推进的结果。只有在远离湖岸的深湖环境中,陆源物质供应不到,出现“水下沉积间断”后,上覆地层向层序边界的下超才属于绝对的下超,可为一种不整合标志,研究的洼陷范围较小,这种层序边界在研究区不发育。工区内主要发育了楔状前积同相反射结构,识别出较为稳定的几个反射同相轴自上而下为 o0, o1, o2, o3, o4 及 o_d。

1.2 钻井取心层序界面识别

(1) 河流冲刷面及其上的滞留沉积:河床滞留沉积的底部常具有明显的冲刷界面,是短期层序界面的主要标志。

(2) 根据“相序递变”规律,只有横向上成因相近且紧密相邻而发育着的相,才能在垂向上依次重叠出现而没有间断。也就是说,横向上相距较远的相类型在垂向上相邻出现必然意味着其间存在一个沉积间断;另外岩相类型和岩相组合在垂向上的变化(如向上“变深”的相序或相组合、向上水体逐渐“变浅”的相序或相组合的转换处),这类旋回界面往往不是突变的,而是渐变的,这类叠置结构界面是识别各级湖泛面的主要依据。

(3) 砂泥岩厚度的旋回变化,在层序界面之下砂岩粒度向上变粗,厚度向上变厚。而泥岩层厚度则向上变薄。在层序界面之上,砂岩层向上变细变薄,泥岩层则向上变厚。

1.3 测井曲线层序界面识别

由于层序边界上下地层的沉积环境和成岩作用条件存在突变特征,所以在层序边界处测井曲线上通常有剧烈的坎值变化。具体表现为电阻率曲线突变,穿过层序界面,测井曲线由高幅值的箱形或钟形突变为低平段,反映了水体由相对较浅突然变深。另外曲线的韵律性变化也反映地层叠置关系的变化,即层序界面上、下的前积型、加积、退积的韵律性。

2 基准面旋回的划分

沉积岩是沉积物源及其搬运机理与沉积环境的产物,它可以反映沉积物在搬运、沉积和埋藏过程中的物理、化学条件的变化。其粒度、分选性和泥质含量与岩石的电阻率、天然放射性、自然电位都有良好的对应关系。由于这种岩石物理参数与沉积特征的相关性,因此记录岩石物理参数随深度变化的测井曲线便可以反映岩性,进而反映水体深度、水体能量等沉积环境因素的变化,为鉴定沉积环境提供有价值的数

据。以地震剖面上识别出来的地震层序界面为基础,根据研究层段地层取心井的分析标定,选择以自然伽玛、深侧向电阻率和声波时差测井曲线的测井系列识别划分地层基准面旋回。

2.1 测井曲线的短期基准面旋回

利用测井曲线形态分析基准面旋回主要包括曲线的幅度、曲线的形态、曲线的光滑度及接触关系。经过归纳,区内的曲线形态有光滑及锯齿的箱形、钟形、漏斗形、低平线形 8 种、4 类接触关系(图 1)。利用不同的测井曲线形态表征不同的地质沉积意义、划分地层的沉积旋回性(表 1)。

2.2 测井曲线确定中、长期基准面旋回

中、长期基准面旋回的确定是在短期基准面旋回叠加样式分析的基础上进行的。不同的地层中组成中期旋回的短期旋回基准面旋回叠加形式是不同的。典型的基准面旋回类型为退积-进积对称型、退积-进积非对称型,包括以退积为主的和以进积为主的退积-进积非对称型两种类型,此外还存在进积-退积对称型、进积非对称型及退积非对称型等多种类型。研究表明,区内主要包括以进积为主的退积-进积非对称型及进积非对称型两种类型。

表 1 测井曲线顶底接触关系分类及其地质意义

Table 1 Contact relation at top and bottom of the well logging curve and the geological significance	
接触关系	地质意义
突变型	顶部突变 是沉积物供应突然中断的象征
	底部突变 反映砂体与下伏岩层之间存在冲刷构造
渐变型	顶部渐变 表明物源供应是渐变减少以至中断
	底部加速渐变 反映砂体的堆积速度越来越快
	底部渐变 底部线性递变 反映砂体的堆积是匀速进行的
	底部减速递变 反映砂体堆积速度越来越慢

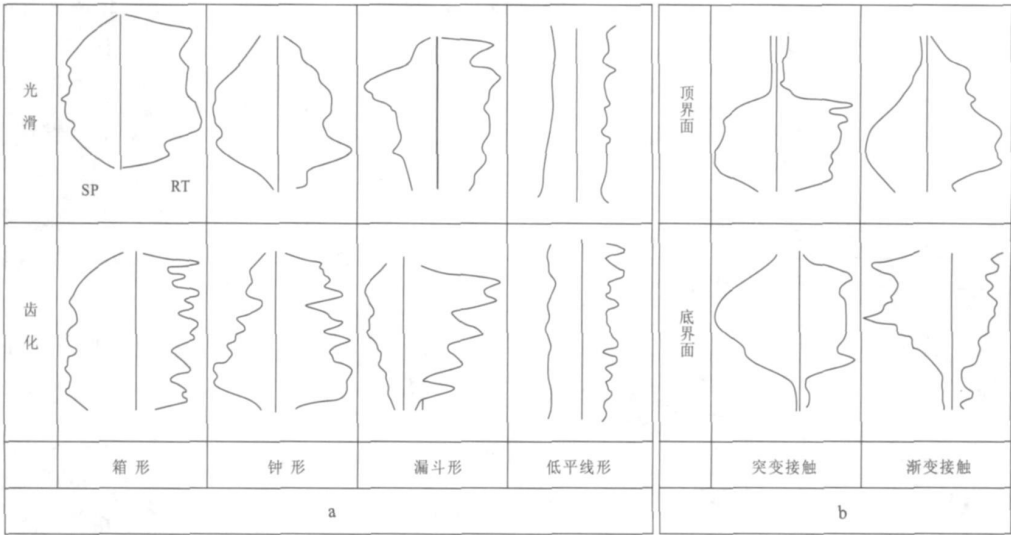


图 1 测井曲线形态

Fig. 1 Morphology of the well logging curve

3 层序地层格架的建立

本次研究是在对区内地震资料进行详细分析的基础上, 充分利用有关测井、岩心资料, 通过层序各级界面的识别及对不同级次基准面旋回的变化规律分析, 依据岩性、岩相及其他沉积特征, 建立了研究区统一的等时层序地层格架(图 2)。将苏德尔特油田贝 14 块兴安岭群划分出 2 个基准面下降的进积型和 1 个以进积为主的 3 个三级层序, 识别划分了 10 个中期基准面旋回, 中期基准面旋回基本为进积型非对称型(表 2)。各层序地层单元内砂岩厚度、粒度及物性具有与基准面升降运动相一致的韵律性变化规律(图 3)。

表 2 层序地层划分结果

Table 2 Sequential stratigraphic division

工区	三级层序	中期基准面 旋回	短期基准面 旋回	小层号
贝 14	MSC 3	2	5	o0~ o 9
	MSC 2	2	4	o1~ 2 1
	MSC 1	4	9	o3~ 3 12
		2	5	o4~ 4 10

4 层序构型及主控因素分析

(1) MSC1 层序。一般来说, 湖平面相对下降越明显且后期湖平面又发生相对大幅度上升, 则易形

成完整的低位体系域、水进体系域和高位体系域层序组合; 当湖平面下降幅度较小且后期又发生了较大幅度的湖平面相对上升, 则易发育水进体系域、高位体系域。受构造运动及气候因素的影响, 层序 MSC1 的发育过程属于后类, 缺少低位域的沉积过程。

从 o4 层—o4 层, 平均厚度为 100.0 m。该套地层沉积时期, 断裂活动强烈, 盆地快速沉降, 可容纳空间不断增大, 形成基准面上升旋回。可容纳空间的增大速度明显大于沉积物供给速度, 盆地处于缺氧饥饿状态, 砂地比平均为 0.35, 岩性以粉砂岩、泥质砂岩为主, 主要发育扇三角洲前缘外缘亚相, 湖平面快速上升产生的顶托作用使水下河道规模较小, 并随基准面的不断上升, 河道进一步减小; 到 40 层和 o4 层时, 突然出现砂地比大幅度上升, 砂地比由 0.3 升至 0.5, 岩石粒度大幅度增加, 岩屑录井见深绿色泥岩基质的砂砾岩发育, 准层序呈进积叠加样式, 测井曲线形态呈指多峰尖刀状, 具有重力流性质。此次大规模洪泛致使在 o4 层顶界湖平面达到最大, 此段泥岩颜色由浅绿变为深绿色, 测井曲线表现为低平齿状电阻率、平直自然电位及相对高值的自然伽玛相应特征, 地震反射界面为一个强震幅、高连续的反射同相轴。

3-12 层—o3 层, 平均厚度为 146.6 m, 基准面下降半旋回。湖平面达到最大后紧邻物源, 物源供给充足, 沉积物供给速度不断增加, 可容纳空间不断减小, 形成了一系列进积式沉积。平均砂地比达 0.7。

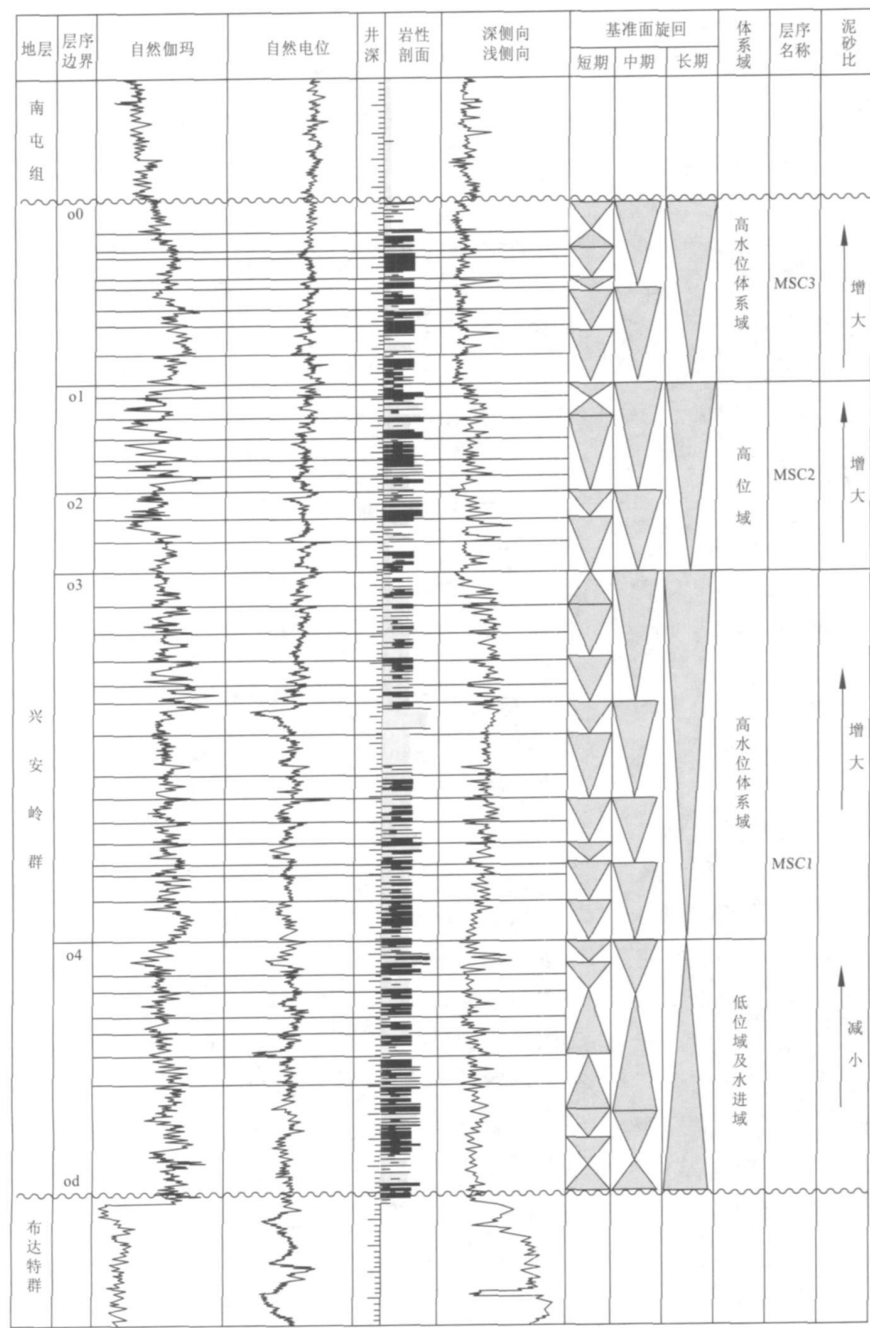


图 2 贝 14 井区典型井层序地层格架综合柱状图
Fig. 2 The integral column of sequential stratigraphic configuration from typical well

主要发育扇三角洲前缘, 其中水下河道及砂坝发育, 砂层粒度及厚度较大, 可见厚层(约 10 m)块状砂砾岩沉积, 测井曲线形态以中高幅值的箱型和钟型为主。高位域后期物源供给从顶盛期逐渐衰退, 直至到 o3 层顶界上中断, 形成湖相或前扇三角洲泥质沉积, 至此形成 o3 小层的退积型准层序, 相态从 o3 层下以扇三角洲前缘水下河道沉积为主跳变为湖相或前扇三角洲沉积, 测井曲线在此突变, 形成层序

MSC1 的顶层层序边界 o3。
(2) MSC2 层序。2-1 层—o1 层, 平均厚度为 95.6 m。盆地继续强烈张裂沉降, 沉积速率降低, 同时, 由于受温暖潮湿气候的影响(岩心内发现有较多植物枝茎), 湖平面范围快速增大, 但水体较浅, 使得可容纳空间的急速增长。短暂的湖平面迅速上达到较大规模湖泛后, 随着进一步靠近物源区, 沉积物供给逐渐充足, 沉积速度不断增长, 沉积逐渐稳定下来, 这样的层序发育史决定该层序只保留记录了基准面下降的高水位体系域。层序地层内主要发育粉砂岩, 测井曲线主要为中幅度指状或齿化钟型, 平均砂地比为 0.35。
(3) MSC3 层序。从 o0 层—o4 层, 平均厚度为 110.1 m。受断裂拉张活动影响, 地形高差减小, 物源区向后转移, 沉积物供给不足, 盆地经历沉积间断, 处于欠补偿状态。发育主要岩性为粉砂岩及泥质粉砂岩等细粒沉积, 测井曲线呈低平或齿化低平值响应特征, 偶见中低幅值指状砂岩。砂岩的层厚、物性及粒度呈反旋回韵律性变化, 平均砂地比为 0.15。o0 反射层在地震剖面上局部发育有地层削截特征, 为不整合层序界面。

5 结论

(1) 以层序地层学理论为指导, 利用岩心、测井、地震资料相结合的分析手段, 建立了苏德尔特构造带贝 14 块兴安岭群的层序地层等时格架, 将研究区

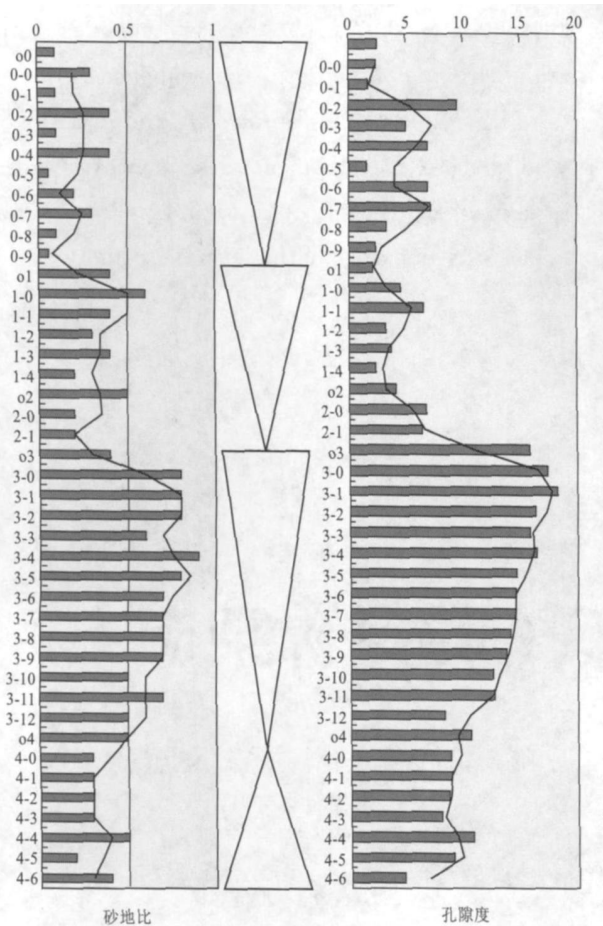


图 3 砂地比及孔隙度随基准面旋回变化关系

Fig. 3 Sand body thickness/ stratum thickness and porosity vary with rhyme change

兴安岭群地层划分为 3 个三级层序, 并划分出短期及中期基准面旋回。

(2) 分析了个层序的主要构型及其成因。研究认为, 随着构造活动幅度和强度的降低, 盆地由断陷向凹陷转化, 沉积速率也随之降低, 盆地各层序的厚度由厚变薄。

(3) 兴安岭群地层内部层序界面多为沉积间断, 不同沉积时期地层的岩性、物性以及沉积物叠置关系具有明显韵律性变化。

(4) 层序发育明显受构造活动的控制, 幕式构造活动是构成层序主要构型的成因。

参考文献:

- [1] 邓宏文, 王洪亮, 祝永军, 等. 高分辨率层序地层学——原理及应用[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [2] 纪友亮, 张世奇, 张宏, 等. 层序地层原理及层序成因机制模式[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [3] 冯增昭, 王英平, 刘焕杰, 等. 中国沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社[M], 1994.
- [4] 池秋鄂, 龚福华. 层序地层学基础与应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
- [5] 朱筱敏. 层序地层学原理及应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [6] 郑荣才, 尹世民, 彭军. 基准面旋回结构与叠加样式的沉积动力学分析[J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 369-375.
- [7] 刘招君, 董清水, 王嗣敏, 等. 陆相层序地层学导论与应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995: 12-40.
- [8] 曾文冲. 油气藏储集层测井评价技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991: 248-341.
- [9] 赵翰卿. 高分辨率层序地层对比与我国的小层对比[J]. 大庆石油地质与开发, 2005, 24(1): 5-9.
- [10] 黄有泉, 渠永宏. 海拉尔盆地贝尔凹陷南屯组兴安岭群油组划分原则[J]. 大庆石油地质与开发, 2006, 25(5): 21-23.
- [11] Cross T A. Stratigraphic controls on reservoir attributes in continental strata[J]. Earth Science Frontier, 2000, 7(4): 322-350.
- [12] Shanley K W, McCabe P J. Perspective on the sequence stratigraphy of continental strata[J]. AAPG Bulletin, 1994, 74(4): 544-568.

SEQUENTIAL STRATIGRAPHIC ANALYSIS OF XINGANLING GROUP AT BEI-14 BLOCK IN SUDEERTE TECTONIC BELT

ZHANG Jun-long¹, SI Ying-hua², WANG Ai-yun³

(1 Daqing Petroleum Prospecting and Exploitation Institute, Daqing 163712, Heilongjiang, China;

2 Technical Service Co. of Daqing Oil Field, Daqing 163712, Heilongjiang, China;

3 Well Logging Co. of Daqing Drilling Group Co. Daqing 163712, Heilongjiang, China)

Abstract: Guided by sequential stratigraphy theory data from core observation, well logging and seismic survey are used to draw up the isotime configure of sequential stratigraphy of Bei 14 block of Xinganling group. Xinganling group is divided into 3 3rd sequences and short term, intermediate term datum cycles.

Analysis of main structural configuration and genesis of the sequences shows that the basin changes from faulted depression to depression with decreased sedimentation rate and thinning of the sequences. Interfaces within Xinganling group are often sedimentary breaks. Lithology, physical property, and juxtaposition of rocks deposited in different times are of clear rhyme change. Development of sequences is controlled by tectonic activity and episodic tectonism leads to the main sequential configuration.

Key Words: faulted basin; high resolution sequence; interface of sequences; datum cycle; isotime stratigraphic configuration

欢迎订阅2010年《黄金》杂志

传播信息 传递经验 促进创新 服务行业



- ◎全国中文核心期刊
- ◎中国期刊网全文收录期刊
- ◎美国化学文摘(CA)收录期刊
- ◎中国期刊全文数据库收录期刊
- ◎中文科技期刊数据库来源期刊
- ◎中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)
- ◎中国学术期刊(光盘版)入编期刊
- ◎中国学术期刊综合评价数据库来源期刊
- ◎中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
- ◎万方数据——数字化期刊群全文收录期刊

《黄金》杂志于1980年创刊,是黄金行业唯一的综合性科技期刊。主要报道黄金及其相关行业在经济管理、黄金市场、工业用金、黄金地质、采矿工程、机电与自动控制、选矿与冶炼、环保与分析等方面的科研成果和综合评述,以及新理论、新技术、新工艺、新设备、生产管理经验等内容,同时还开辟了信息纵横(国内信息、国外信息)、读编往来等栏目。

《黄金》杂志具有权威性,内容翔实,信息量大,实用性强,覆盖面广,现已遍布黄金、冶金、有色金属、黑色金属、地质矿产、化工、机械、核工业、耐磨、金融及金银饰品等行业。

《黄金》广告合理的价格定位,全方位的优质服务,为客户提供了理想的宣传平台。《黄金》广告现已融入到黄金行业及相关行业的专业学术会议中,是厂矿企业联系的桥梁和纽带,是生产、经营、销售的良好益友。通过《黄金》广告宣传,有助于树立企业形象,创出企业名牌,提高企业知名度,促进产品销售,增加企业效益。

《黄金》杂志为月刊,国际标准刊号 ISSN 1001-1277,国内统一刊号 CN 22-1110/TF,国际刊名代码CODEN HANGFV,彩色封面,64页,国际开本(A4),国内外公开发行,国内邮发代号12-47。国外发行由中国国际图书贸易总公司代理,代号M3331。全国各地邮局和我社发行部均可订阅。国内每册定价15.00元,全年180.00元。

地址:吉林省长春市南湖大路6760号 黄金杂志社发行部
电话:0431-85514586转3068
网址: www.ccgri.com/gold
联系人:李跃辉

邮编:130012
传真:0431-85521861
电子信箱: ggb3068@126.com
journal@ccgri.com

欢迎国内外新老朋友订阅《黄金》杂志、洽谈《黄金》广告业务!