

古龙断陷营城组一段火山岩特征与火山喷发模式

张志强¹, 崔芹锋², 曲文凯

1. 中国石油天然气股份有限公司大庆油田分公司采气分公司, 黑龙江大庆 163712
2. 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司沈阳采油厂, 沈阳 110316

摘要 利用钻、测井及地震等资料和技术, 对松辽盆地古龙断陷营城组一段火山岩特征及火山喷发模式进行研究。结果表明, 研究区发现有火山熔岩、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩和沉火山碎屑岩 4 类火山岩石类型, 主要发育爆发相、喷溢相和火山沉积相 3 种火山岩相。平面上, 爆发相火山岩主要发育在研究区北部, 沿各级控陷断裂呈串珠状分布; 喷溢相火山岩沿断裂向构造低部位运移, 在研究区大部分地区都有分布; 火山沉积相主要分布在断陷的构造低部位。根据研究结果建立了研究区火山岩沿各级控陷断裂喷发的裂隙-中心式喷发模式。

关键词 火山岩特征; 火山喷发模式; 火山岩相

中图分类号 TE121

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)21-0043-05

Volcanic Characteristics and Eruption Models of Yingcheng Formation No. 1 Member in Gulong Fault-Depression of Songliao Basin

ZHANG Zhiqiang¹, CUI Qinfeng², QU Wenkai²

1. Gas Production Company, Daqing Oil Field Corporation, China National Petroleum Corporation, Daqing 163712, Heilongjiang Province, China
2. Shenyang Oil Factory, Liaohe Oil Field Corporation, China National Petroleum Corporation, Shenyang 110316, China

Abstract The volcanic characteristics and eruption models of Yingcheng Formation No.1 Member in Gulong Fault-Depression of Songliao Basin are studied based on the data and technologies of drilling, logging and seismic conditions. It is shown that four kinds of volcanic rocks, the volcanic lava, the volcanoclastic lava, the volcanoclastic rock, and the sed volcanic pyroclastic rock, were found in the studied area, with the development of mainly three kinds of volcanic facies: the explosive facies, the effusive facies and the volcanogenic sedimentary facies. On the plane, the explosive volcanic facies are mainly distributed at the north of the studied area, with a string of beads along the faults of every level, which control the fault-depression; the effusive volcanic facies are migrated towards the downstructure location along the faults, distributed largely at the studied area; and the volcanogenic sedimentary facies are mainly distributed at the downstructure location of the studied area. In view of the above facts, a crack-central vent eruption model is proposed, which assumes volcanic eruption at the every level of faults which controls the fault-depression, and which would provide some guidance for the further exploration of volcanic activities in the studied area.

Keywords volcanic characteristics; eruption models; volcanic facies

0 引言

自 1994 年在松辽盆地北部首次发现火山岩气藏以来, 松辽盆地深层火山岩天然气勘探相继获得重大突破和发现。2002 年, 东北部发现了以徐深 1 井等大型营城组火山岩气藏

为典型的徐家围子、丰乐等火山岩气田, 开辟了松辽盆地深层火山岩油气勘探这一领域。2009 年, 王鸿军^[1]综合利用重力和磁力资料对古龙断陷深层火山岩油气藏勘探潜力进行分析, 认为岩性以中酸性火山岩为主, 岩相以爆发相和溢流相

收稿日期: 2010-07-17; 修回日期: 2010-10-05

作者简介: 张志强, 助理工程师, 研究方向为沉积地质与石油地质, 电子信箱: zzzqwq2009@sina.com

在纵向上互层为主,勘探潜力巨大。唐金生等^[2]利用高精度磁力资料对古龙—常家围子断陷深层的火山岩分布进行了预测,认为火山口的分布在断裂附近,火山岩在喷发时,熔浆为沿古低洼地形流动的溢流相特征。但由于研究资料精度的限制,关于古龙断陷深层火山岩相特征的刻画及其分布研究仍处于初步阶段,达不到精确勘探要求,且古龙断陷的火山喷发模式研究尚处于空白阶段,使得古龙断陷深层火山岩油气勘探目前未取得重大突破。综合利用二维地震、钻井、测井等资料,对古龙断陷营城组的火山岩特征和分布规律进行了细致研究,总结了该区火山喷发模式,为该断陷进一步火山岩油气勘探提供重要依据。

1 区域地质背景

古龙断陷位于松辽盆地西北部,西部与斜坡区相接,东部为大庆断阶带,北部与常家围子断陷接壤,南部与吉林探区相邻(图1)。松辽盆地营城组地层自下而上划分为营一段、营二段、营三段和营四段4套地层。研究区断陷营城组仅发育有营一段和营四段,营一段断裂活动强烈,主要为一套火山岩夹杂少量沉积岩地层,与下覆地层呈角度不整合接触。

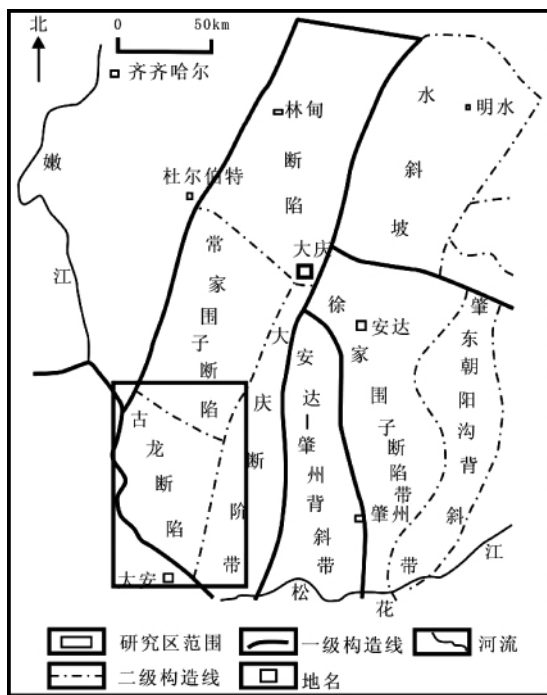


图1 研究区构造位置示意图

Fig. 1 Map of the location of structures in the studied area

2 火山岩特征

2.1 岩性类型

王璞珺等^[3]针对松辽盆地火山岩岩性制定了划分方案:根据岩石结构、成因进行一级分类;按岩石常量元素化学成分进行二级分类;按矿物成分、特征结构、火山碎屑粒级及其比例进行三级分类。本文以文献^[3]的松辽盆地深层火山岩岩

性分类方案为准则,在研究区营城组一段钻井、测井资料中共识别出火山熔岩、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩和沉火山碎屑岩4类火山岩(图2)。

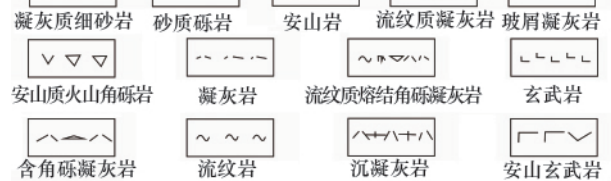
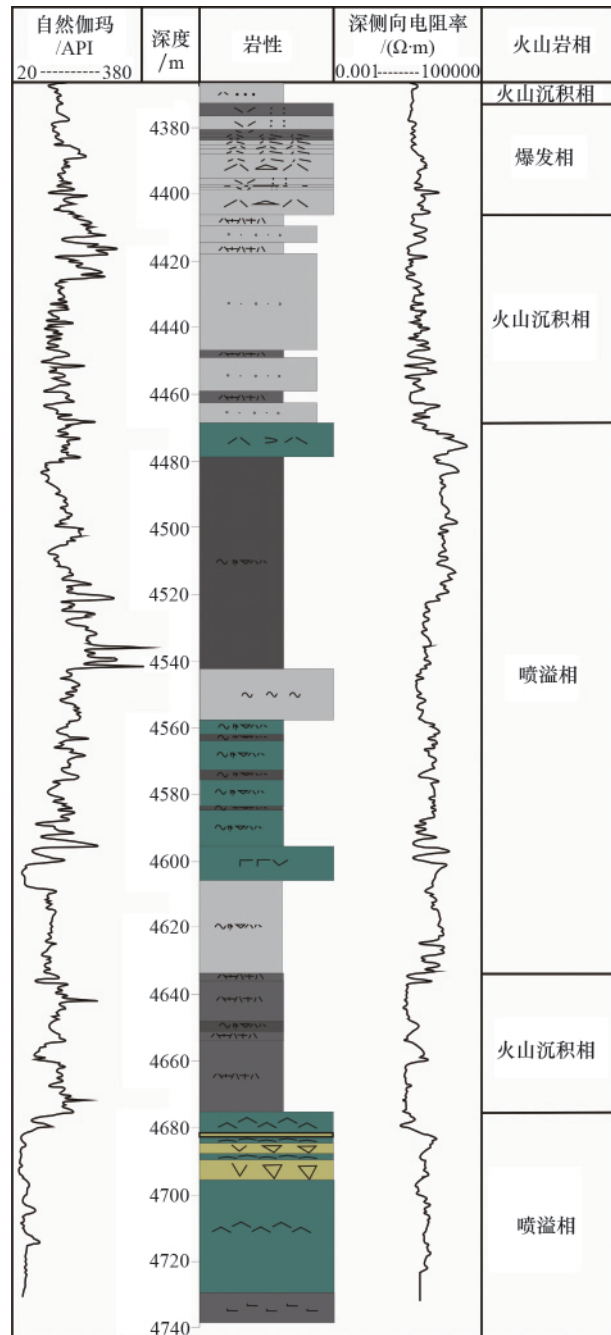


图2 gsh1井营城组一段火山岩岩性、岩相及测井曲线特征
Fig. 2 Volcanic lithology, volcanic facies and their log characteristics of Yingcheng Formation No. 1 Member of Well gsh1

1) 火山熔岩类。主要见于研究区的东北部和南部,共识别出从基性到酸性的火山熔岩类有:玄武岩、玄武安山岩、安山玄武岩、安山岩、流纹岩,流纹岩仅见于研究区东南部的gsh1井中。玄武岩自然伽玛值最低,电测井曲线值最高;安山岩自然伽玛为中低值,电测井曲线为中高值;流纹岩自然伽玛值最高,电测井曲线值最低。

2) 火山碎屑熔岩类。仅识别出流纹质熔结角砾凝灰岩一类火山碎屑岩类,但其在gsh1井营一段中部非常发育,黑色和灰绿色流纹质熔结角砾凝灰岩交互出现,自然伽玛曲线形态多呈中高幅较平缓微齿状,电测井曲线也多呈中高幅较平缓状,偶有低幅指状。

3) 火山碎屑岩类。在全区广泛发育,共识别出流纹质凝灰岩、含角砾凝灰岩、玻屑凝灰岩、凝灰岩等,流纹质火山角砾岩、安山质火山角砾岩、凝灰质角砾岩、角砾岩等,其中角砾岩类主要见于研究区中南部。凝灰岩类自然伽玛曲线和电测井曲线均多呈中高幅指状或齿状,角砾岩类自然伽玛值呈中高幅较平缓状,电测井曲线呈中低幅较平缓状。

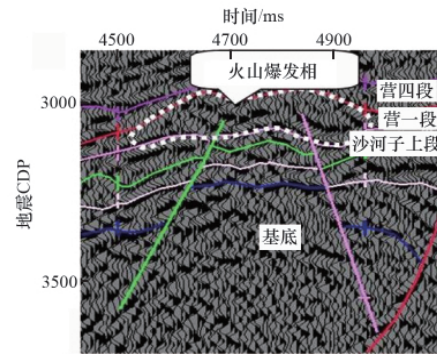
4) 沉火山碎屑岩类。该区沉火山碎屑岩类仅为沉凝灰岩,见于gsh1井中,灰白色沉凝灰岩与砂质砾岩互层出现。沉凝灰岩自然伽玛呈中高幅齿状,偶有指状,电测井曲线呈中低幅微齿状。

2.2 岩相特征

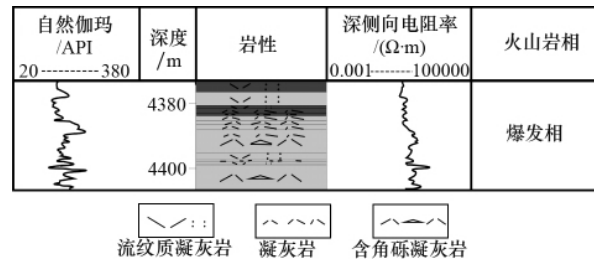
通过对研究区钻测井、地震资料的研究,将营一段火山岩初步划分为爆发相喷溢相、火山沉积相三大类。

1) 爆发相特征。爆发相由火山强烈爆发形成的火山碎屑在地表堆积而成^[4]。一般粗粒级的火山碎屑分布于火山口附近,形成碎屑锥,细粒级火山碎屑物质可远离火山口大面积分布。组成爆发相的岩性较复杂,基性—酸性、碱性均有。爆发相多形成于火山作用的早期和后期,为最常见的火山岩相。研究区爆发相特征为:① 该区爆发相火山岩以凝灰岩、含角砾凝灰岩、流纹质凝灰岩等火山碎屑岩为主;② 地震剖面上常表现为丘状外形,中等振幅,内部多为杂乱状响应特征,反射弱(图3(a));③ 伽玛曲线呈中高幅锯齿状,偶呈尖峰和波谷特征,深侧向测井为中高幅较平缓微齿状,偶呈中高幅指状特征(图3(b))。

2) 喷溢相特征。喷溢相是岩浆刚出地表时被喷溅到空中一定的高度然后回落才溢出熔浆聚集中心部位继续流动的,是含晶出物和同生角砾的熔浆,在后续喷出物推动和自身重力的共同作用下,沿地表流动过程中熔浆逐渐冷凝、固结而成^[5]。喷溢相在酸性、中性、基性火山岩中均可见到。研究区喷溢相特征为:① 本区喷溢相以流纹岩、流纹质熔结角砾凝灰岩、玻屑凝灰岩、安山岩、安山质火山角砾岩、安山玄武岩和玄武岩为主;② 在地震剖面上表现为低频中强反射,呈间断性连续,楔状或亚平行状,斜交结构(图4(a));③ 自然伽玛和深侧向曲线形态可以区分喷溢相火山岩的岩性,熔岩类的安山岩、玄武岩、流纹岩均呈平缓状,内部响应特征比较稳定;碎屑熔岩类呈锯齿状或指状,内部震荡变化比较剧烈(图



(a)



(b)

图3 爆发相地震反射特征(a)和gsh1井爆发相测井曲线特征(b)
Fig. 3 Seismic reflection characteristics of explosive facies (a) and the log characteristic of explosive facies of Well gsh1 (b)

4(b))。

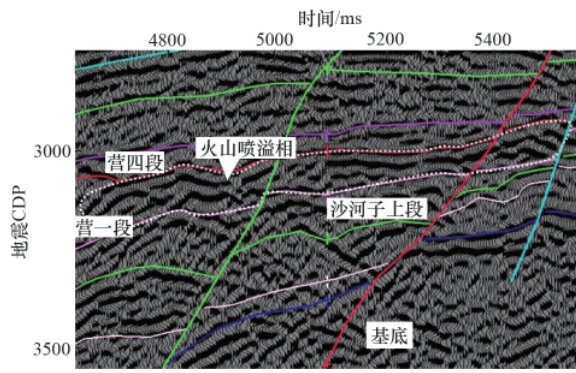
3) 火山沉积相特征。常与火山岩共生的一种岩相,多由火山碎屑占50%~90%的沉火山碎屑岩组成^[5]。可出现在火山活动的各个时期,尤其在火山活动的间歇期,于火山岩隆起之间的凹陷带主要形成火山沉积相组合,岩性主要为含火山碎屑的沉积岩。研究区火山沉积相特征为:① 火山沉积相主要由陆源碎屑、含火山质的陆源碎屑和沉火山碎屑岩组成;② 地震剖面上表现为中高频中强反射高连续地震发射(图5(a));③ 测井曲线外型表现为低阻、中高伽玛,内部响应变化剧烈,出现沉积韵律特征(图5(b))。

2.3 分布规律

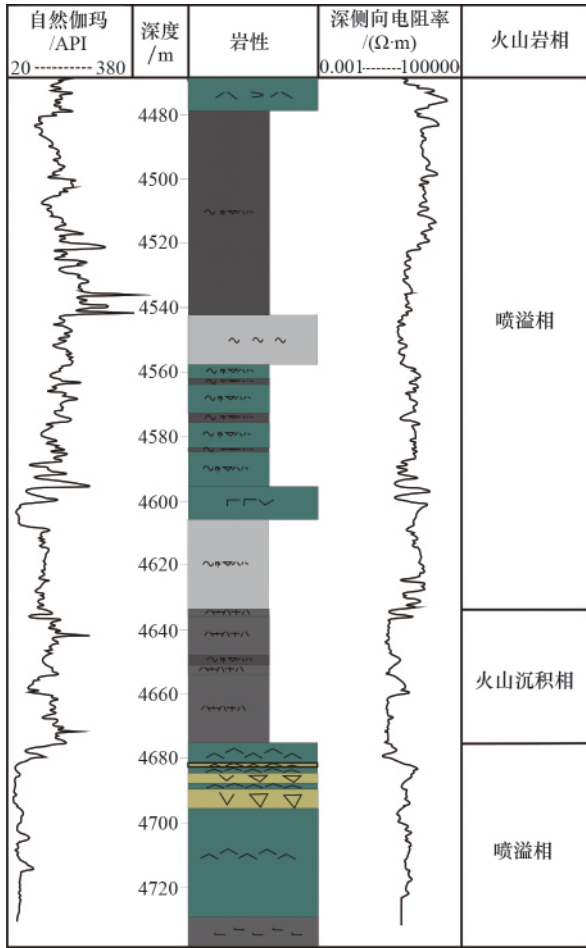
古龙断陷营一段火山岩平面分布与断裂系统的分布及古地貌有密切关系(图6)。火山岩的分布受主控陷断裂和各级次控陷断裂及基底古隆起控制,爆发相火山岩沿各级控陷断裂呈串珠状,主要分布在研究区中北部;喷溢相火山岩沿基底大断裂向构造低部位运移,在研究区大部分地区均有分布;火山沉积相分布在研究区中西部构造低部位凹陷呈窄带状展布,在南部构造低部位凹陷呈裙带状展布。

2.4 喷发模式

通过对火山岩岩性、岩相特征分析,火山岩地震响应特征的剖析及识别火山口、火山岩体的分布范围和展布特征的研究,认为本区主要发育的火山喷发方式为沿各级控陷断裂的火山喷发属于裂隙—中心式喷发,岩浆沿各级控陷断裂运



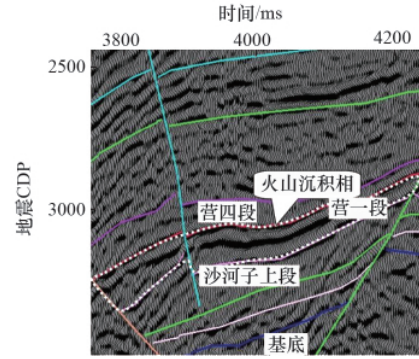
(a)



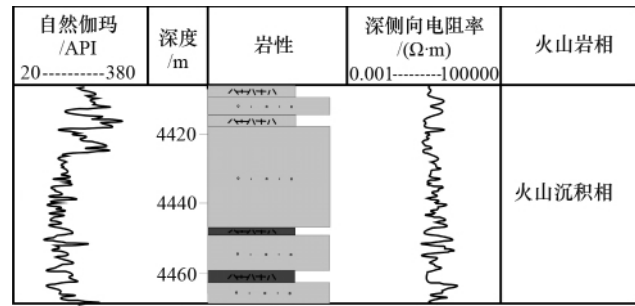
(b)

图4 喷溢相地震反射特征(a)和gsh1井喷溢相测井曲线特征(b)
Fig. 4 Seismic reflection characteristics of eruption facies (a) and the log characteristics of effusive facies of Well gsh1 (b)

移至地表发生多处中心式喷发, 整体表现为裂隙式喷发特征, 模式图据文献[6]修改, 如图7所示。



(a)



(b)

图5 火山岩沉积像地震反射特征(a)和gsh1井火山沉积相测井曲线特征(b)

Fig. 5 Seismic reflection characteristics of volcanogenic sedimentary facies (a) and the log characteristics of volcanogenic sedimentary facies of Well gsh1 (b)

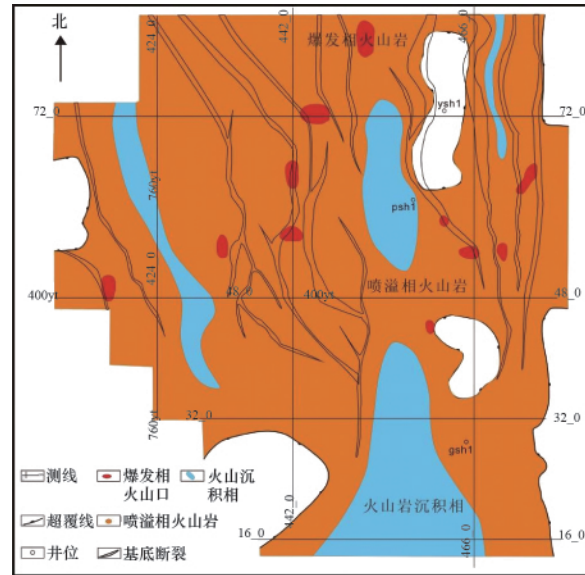


图6 研究区营一段火山相带展布特征与基底深大控陷断裂关系图

Fig. 6 Relation map of the volcanic facies distribution characteristics of Yingcheng Formation No. 1 Member and the discordogenic faults of the basement which control the fault depression in the studied area

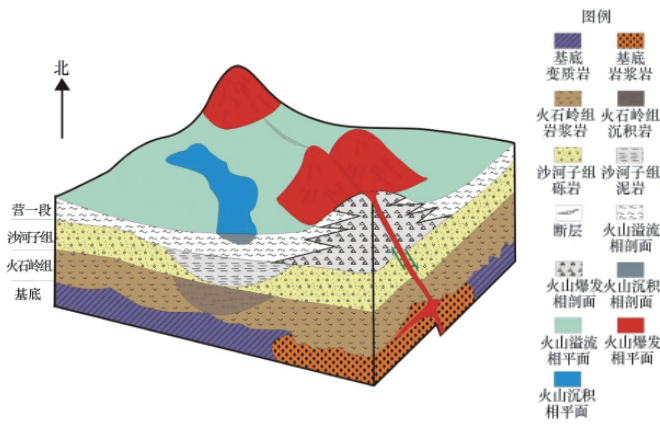


图7 研究区营一段火山岩喷发模式
Fig. 7 Volcanic eruptive model of Yingcheng Formation No. 1 Member in the studied area

3 结论

1) 松辽盆地古龙断陷营一段火山岩发现有火山熔岩、火山碎屑岩、火山碎屑岩和沉火山碎屑岩 4 类岩石类型,岩相主要发育爆发相、喷溢相和火山沉积相。

2) 平面上,爆发相火山岩主要分布在研究区中北部,沿各级控陷断裂呈串珠状分布;喷溢相火山岩沿断裂向构造低部位转移,在研究区大部分地区都有分布;火山沉积相主要分布在断陷的构造低部位。

3) 研究区主要火山喷发方式为沿各级控陷断裂火山喷发,属于裂隙-中心式喷发,整体表现为裂隙式喷发特征。

参考文献 (References)

- [1] 王鸿军. 松辽盆地北部古龙断陷深层火山岩油气藏勘探潜力分析[J]. 石油天然气学报, 2009, 31(1): 191-194.
Wang Hongjun. *Journal of Oil and Gas Technology*, 2009, 31 (1): 191-194.
- [2] 唐金生, 李成立, 杨海波, 等. 高精度磁法在松辽盆地北部古龙-常家围子断陷火山岩预测方面的应用[J]. 现代地质, 2009, 23(3): 508-514.
Tang Jinsheng, Li Chengli, Yang Haibo, et al. *Geoscience*, 2009, 23(3): 508-514.
- [3] 王璞珺, 郑常青, 舒萍, 等. 松辽盆地深层火山岩岩性分类方案 [J]. 大庆石油地质与开发, 2007, 26(4): 17-22.
Wang Pujun, Zheng Changqing, Shu Ping, et al. *Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing*, 2007, 26(4): 17-22.
- [4] 管守锐, 赵澄林. 岩浆岩及变质岩简明教程 [M]. 东营: 石油大学出版社, 1991: 45-52.
Guan Shourui, Zhao Chenglin. *Concise textbook of magmatite and metamorphite*[M]. Dongying: University of Petroleum Press, 1991: 45-52.
- [5] 王璞珺, 冯志强. 盆地火山岩[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 34-45.
Wang Pujun, Feng Zhiqiang. *Volcanic rocks in petroliferous basins*[M]. Beijing: Science Press, 2007: 34-45.
- [6] 闫林, 胡永乐, 冉启全, 等. 松辽盆地徐家围子断陷兴城地区营城组一段火山岩特征及火山喷发模式[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(6): 821-825.
Yan Lin, Hu Yongle, Ran Qiquan, et al. *Natural Gas Geoscience*, 2008, 19(6): 821-825.

(责任编辑 刘志远)

·学术动态·



“2011 农业工程新技术国际学术会议”征文

中国农业工程学会将于 2011 年 5 月 27—29 日在山东省淄博市召开“2011 农业工程新技术国际会议”。会议包括 4 个主题,具体征文内容如下。1) 农业工程新技术、新进展:保护性耕作技术及机具研究,变量施肥及精确喷药技术,复式中耕作业及除草机械,联合收获机减振、优化、可靠性及智能化设计技术,经济类作物联合收获技术与机具,林果采集、秸秆收集及高效生态化利用技术,设施农业控制、高产新技术,种子清选、加工、干燥、贮藏新技术,生物系统虚拟建模与可视化仿真研究,农业装备虚拟样机、虚拟试验及可靠性设计方法,生物芯片、生物传感器和生物仪器的智能设计,精准农业技术、装备与仪器,大中型拖拉机及配套机具的设计、制造及运用,汽车、发动机和农业装备中的节能及智能计算。2) 支撑低碳农业及可持续发展的农业工程新技术:土壤有机碳库组分、有机碳的稳定性与农田生产力,循环型农业工程技术,节水灌溉及农业节能减排新技术,提高农业装备作业效率的技术、措施及模式,生态农业、绿色农业、有机农业、观光农业等新模式。3) 太阳能、风能、生物质能利用新技术:太阳能建筑、温室及光伏发电技术,风光互补发电系统及风能独立发电系统,大型风力发电机设计、控制及并网技术,生物质能利用新技术(秸秆、能源作物、林木、海藻等生物质能源转化应用原理与技术)。4) 食品及农产品品质分析及质量安全检测控制新技术:色谱技术在食品、农产品检测分析中的应用,质谱技术在食品、农产品检测分析中的应用,光谱技术在食品、农产品检测分析中的应用,食品、农产品的生物检测方法,食品、农产品快速检测技术及可追溯系统研究与应用,食品、农产品加工新技术。

征文截止时间:2011 年 2 月 20 日。联系方式:山东淄博市张周路 12 号山东理工大学农业工程与食品科学学院(255049); 传真:0533-2786896, 电子信箱:aent2011@gmail.com;会议网站: <http://icae2011.sdut.edu.cn>。