

The Application of Cuttings Imaging Technology in Remote Geological Assistance

Yuekai Zhai, Xianglong Zeng

Logging Company of Great Wall Drilling Engineering Co. Ltd., CNPC, Panjin Liaoning
Email: zhayk@sina.com

Received: Apr. 15th, 2017; accepted: Jul. 6th, 2017; published: Oct. 15th, 2017

Abstract

The cuttings imaging technology was used in the logging site to transmit digital and image information of real cuttings to the base timely and effectively to achieve remote geological assistance by experts in base. It was composed of four sub-systems, namely the collection of on-site cuttings and images and then entry to the database, real-time remote transmission of data, automatic reception of images in base, and scanning and monitoring of image data. It can collect and send the high definition images of cuttings, quantitative fluorescence and geochemical data of two kinds of mapping data, and three images of cuttings, white light, fluorescence, and drop test in real time. With the detailed graphic and text information for analysis, the level of analysis and application of cutting logging data can be improved with the help of experts on the base, and the goal of remote geological assistance is realized. The cuttings physical image data are used for stratigraphic correlation to locate the target layer and core interval accurately. Digital cuttings and related geological information in digital form can be kept permanently, and used in a wider range of applications in digital exploration and development of oilfields.

Keywords

Cuttings Imaging Technology, Remote Transmission, Image Monitoring, Geological Assistance, Analysis and Application, Real Cuttings

岩屑成像技术在远程地质协助中的应用及效果

翟月凯, 曾祥龙

中石油集团长城钻探工程有限公司录井公司, 辽宁 盘锦

作者简介: 翟月凯(1975-), 男, 工程师, 现从事录井现场生产管理。

Email: zhaiyk@sina.com

收稿日期: 2017年4月15日; 录用日期: 2017年7月6日; 发布日期: 2017年10月15日

摘要

岩屑成像技术在录井现场应用于岩屑实物的数字化、图像化信息及时有效地传回基地, 实现基地专家进行远程地质协助。由现场岩屑图像采集入库、数据实时远程传输、基地图像自动接收、图像资料浏览监测4个分系统组成。主要解决岩屑实物资料图像的高清采集, 岩屑白光、荧光、点滴试验3种图像和定量荧光、地化2种图谱资料的实时传输, 为基地专家分析决策提供详实图文并茂资料, 提高岩屑录井资料的分析和应用水平, 达到远程地质协助目的; 利用岩屑实物图像资料进行地层对比, 进一步确保钻探井位目的层、取心层位的准确卡取; 岩屑实物和相关地质资料信息的电子化永久性保存, 为实现油田数字化勘探、开发提供更广泛的应用范围。

关键词

岩屑成像, 远程传输, 图像监测, 地质协助, 分析应用, 岩屑实物

Copyright © 2017 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

利用岩屑成像技术进行岩屑特征信息数字图像化采集、分析、存储、应用, 提高地质录井技术含量。岩屑成像图的查看对比, 有助于地质专业人员地层划分的准确判别、地层小层的对比分析。岩屑成像整套系统解决了岩屑实物资料图像的高清采集, 岩屑白光、荧光、点滴试验3种图像和定量荧光、地化2种图谱资料的实时传输, 为基地专家分析决策提供详实图文并茂资料, 提高岩屑录井资料的分析和应用水平, 达到远程地质协助目的。

2. 岩屑成像技术功能及特点

岩屑成像技术是借助显微图像分析及其系统分析, 实现录井岩屑的数字化采集、处理与分析[1]。应用远程传输技术将现场的图形化录井综合信息实时回传到基地技术支持中心, 为基地专家分析决策提供准确的岩屑图件, 通过专家集体辨识认证, 提高了现场岩性及油气显示识别的准确性, 提升了地质录井

信息、成果应用时效，为勘探开发决策提供依据。

2.1. 功能组成

软件系统由现场图像采集、图像数据入库、图像实时回传、基地图像自动接收、基地资料浏览 5 部分组成[2]。实现岩屑的 3 种图像实时传输；白光岩屑、直照荧光、点滴试验图像高清采集及实时回传基地。

2.2. 技术特点

岩屑图像拍摄后自动保存在指定数据库中，利用网桥或 4G 无线网卡传输到基地远程地质数据库，单包岩屑约 3000 kB 成像数据，传输时间 6~7 s，传输稳定。通过基地数据中心，分配给基地服务器及客户服务端，达到实时浏览现场岩性高清图象及数据。其技术特点包括：① 岩屑 3 种图像及图像报告实时远程传输；② 基地图像自动接收、保存；③ 基地资料监测、综合浏览；④ 岩屑成像录井图发布。

3. 岩屑远程识别监测与地质协助

3.1. 岩屑成像模板

岩屑成像模板采用了岩屑图像的“横向摊开”描述的模式，采取横、纵主副显示，岩屑图片逐包放大，白光、荧光、滴照图像同时显示查看，对比分析增强观看的效果，协助现场岩性与油气显示综合定名。

一主多辅模板的“显示方式”设置了任意选择白光、荧光、点滴试验，定量荧光，地化图谱横、纵主副显示，该设置设计使录井长图显示的比例适中(图 1)。

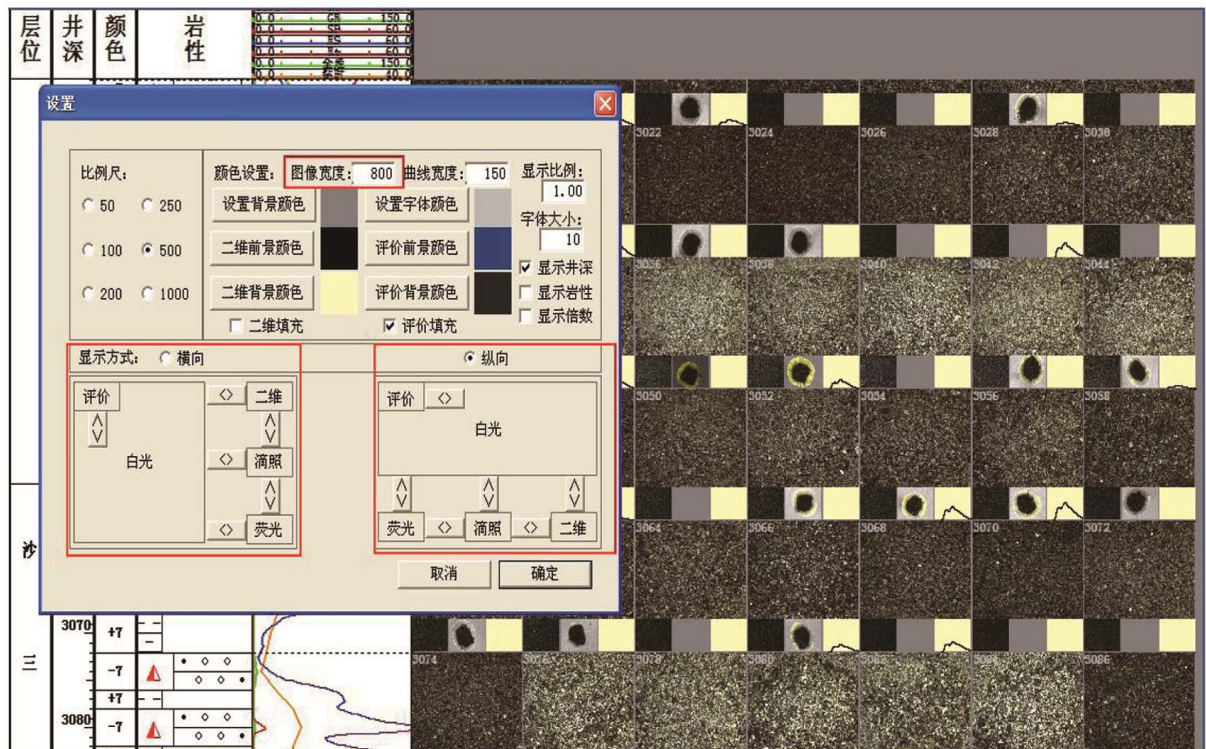


Figure 1. The template design of cuttings imaging with “one main display and multiple assisted displays”

图 1. 岩屑成像“一主多辅”模板设计

3.2. 基地岩屑远程监测

3.2.1. 岩性远程识别

将岩屑图片逐包放大, 图片按井深索引可根据基地监测人员的需要任意选择(图 2)。通过岩屑图像采集技术对现场岩屑实时跟踪了解与识别, 基地专家通过岩屑图像采集技术及时与现场技术人员交流, 结合现场岩屑录取情况, 根据钻时、全烃、地化、核磁、元素等参数变化, 能够较好地帮助现场技术人员识别复杂岩性、特殊岩性及 PDC 钻头下的细小岩屑岩性, 进一步准确识别现场岩性。

细小岩屑(PDC 钻头等特殊条件破碎)岩性识别: 通过岩屑图像采集技术的岩屑拍摄倍数调节及图像自动分析(图 3, 图 4, 图 5), 有效解决了细小岩屑的岩性识别难题。

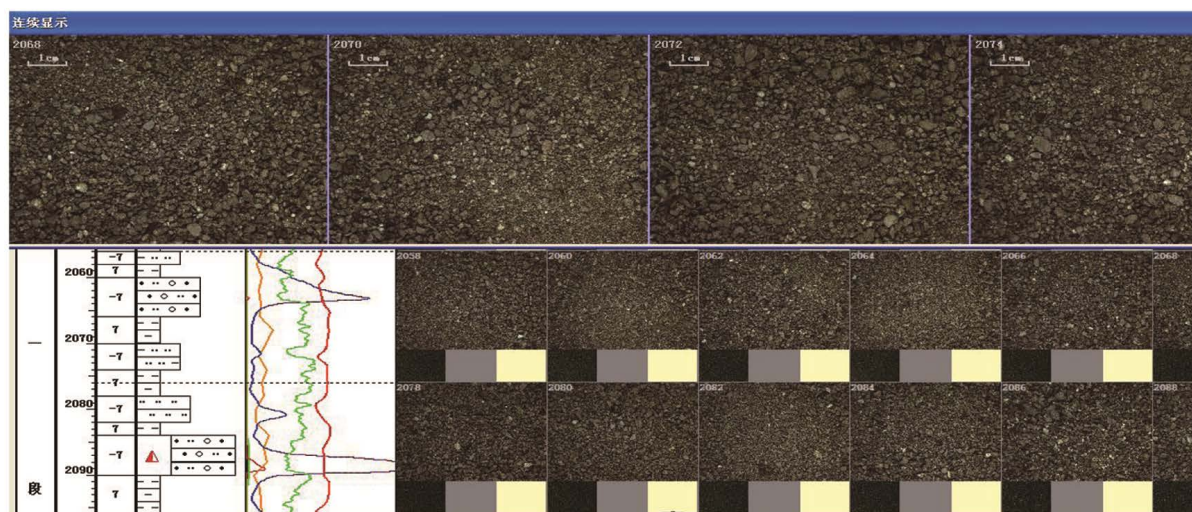


Figure 2. The continuous well depth display in cuttings images

图 2. 岩屑图像井深连续显示



Figure 3. The cuttings at 2950 m of Well SG XX (14 times)

图 3. SG XX 井 2950 m 岩屑(14倍)



Figure 4. The cuttings at 2950 m of Well SG XX (100 times)
图 4. SG XX 井 2950 m 岩屑(100 倍)

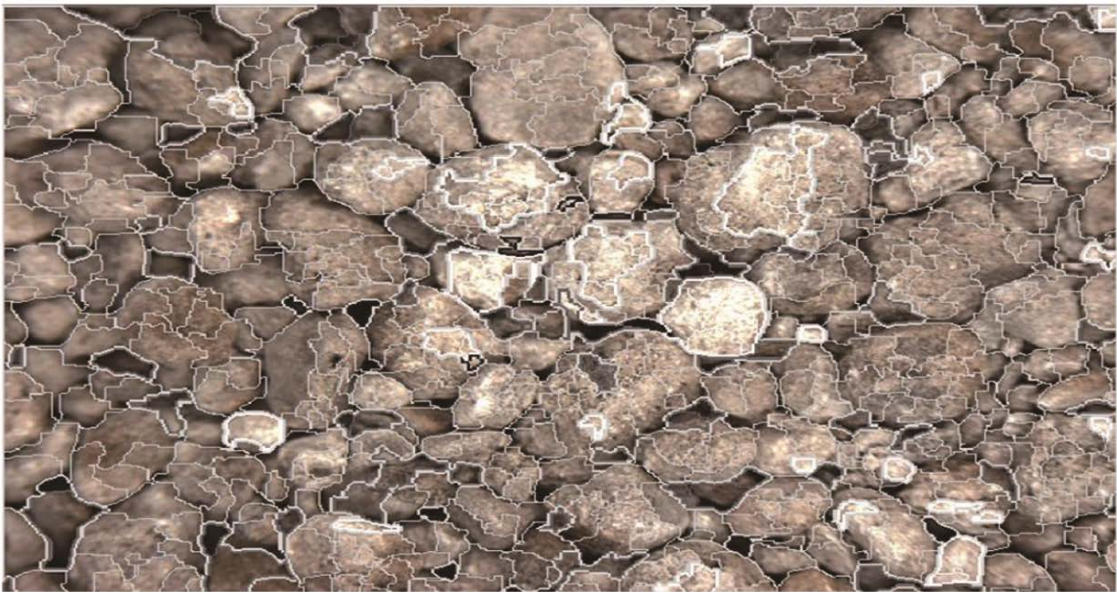


Figure 5. The cuttings at 2710 m of Well DG XX (100 times)
图 5. DG XX 井 2710 m 岩屑(100 倍)

3.2.2. 含油性远程识别

将荧光图片、滴照图片及荧光亮度分布图同时显示,观察油气显示特征,进行岩性与油气显示综合定名(图 6)。利用岩屑远程成像分析系统,分析荧光面积、产状、荧光颜色,利用同一区块同一层位油质相同,荧光强度相同的特性,确定荧光的颜色,扣除其他的假荧光颜色,在岩屑远程成像系统的计算机上实现岩屑荧光面积的量化分析,消除传统目估荧光面积精确度不高的现象(图 7, 图 8),解决钻井液混油、矿物发光和新员工难以辨别真假油气显示的困扰,确保油气显示发现及时及显示级别定级准确无误。

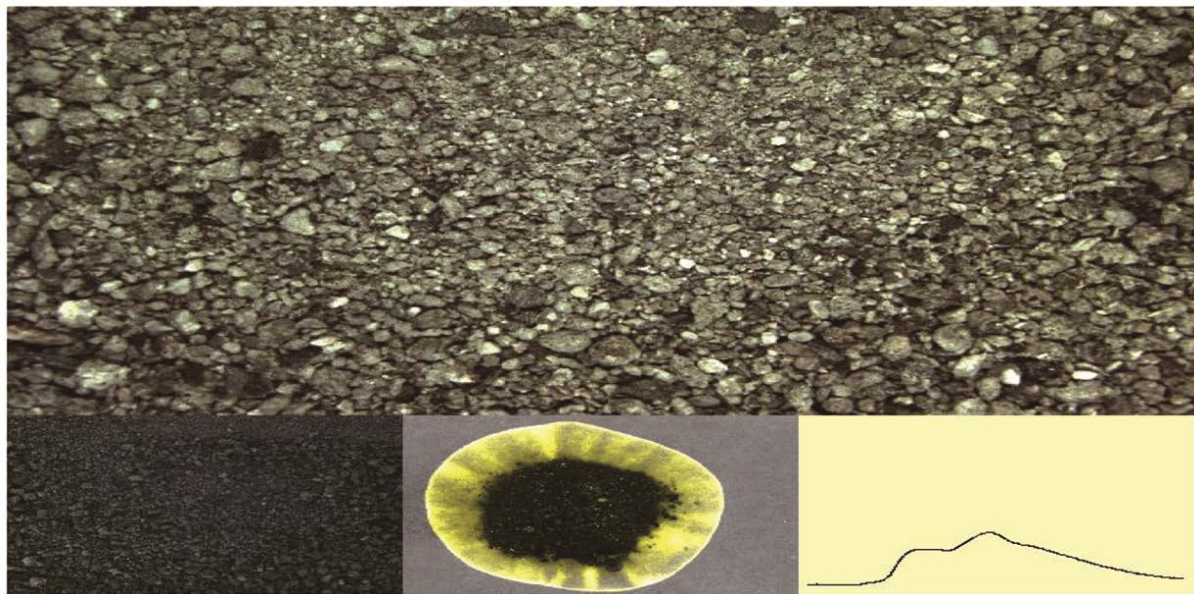


Figure 6. The data display of single pack cuttings
图 6. 单包岩屑图像数据显示

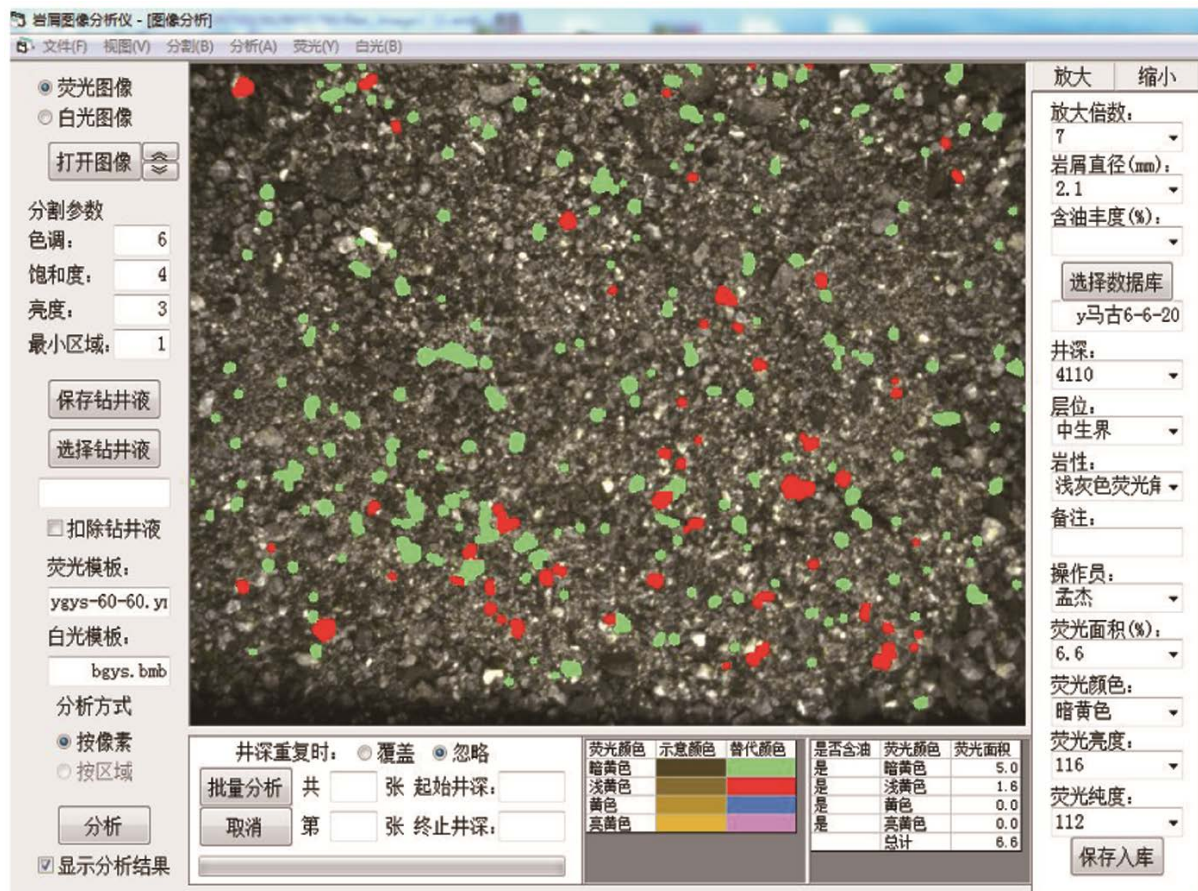


Figure 7. The analysis of total fluorescent area
图 7. 总的荧光面积分析图

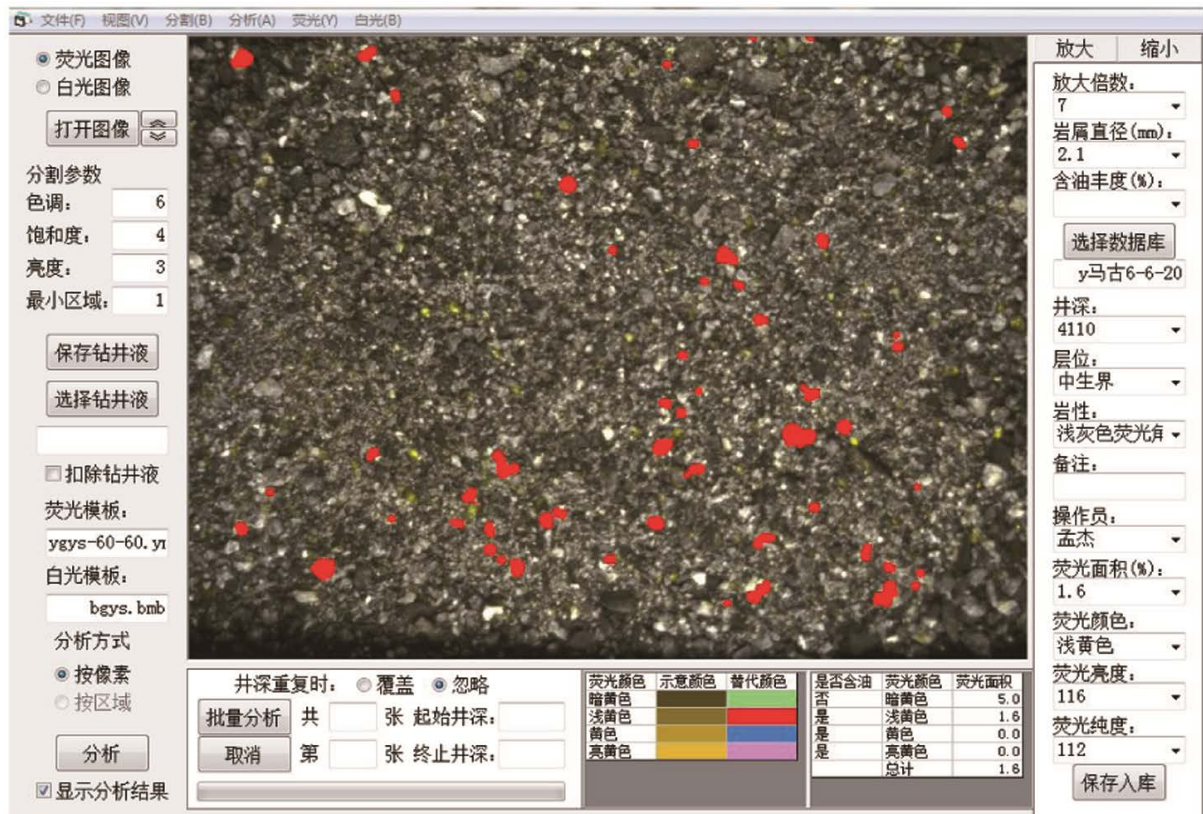


Figure 8. The analysis of true fluorescent area by subtracting the pseudo-fluorescence
图 8. 扣掉假荧光后真正荧光面积分析图

3.2.3. 矿物成分及复杂岩性远程识别

利用岩屑图像技术中成像放大倍数功能，根据岩屑不同成分镜下显现的不同特征识别矿物成分及含量(图 9)，基地专家能够细微地观察矿物成分，结合现场岩屑录取实际情况，消除了因现场技术水平、岩屑细小等影响矿物成分及复杂岩性(图 10)准确识别的因素。

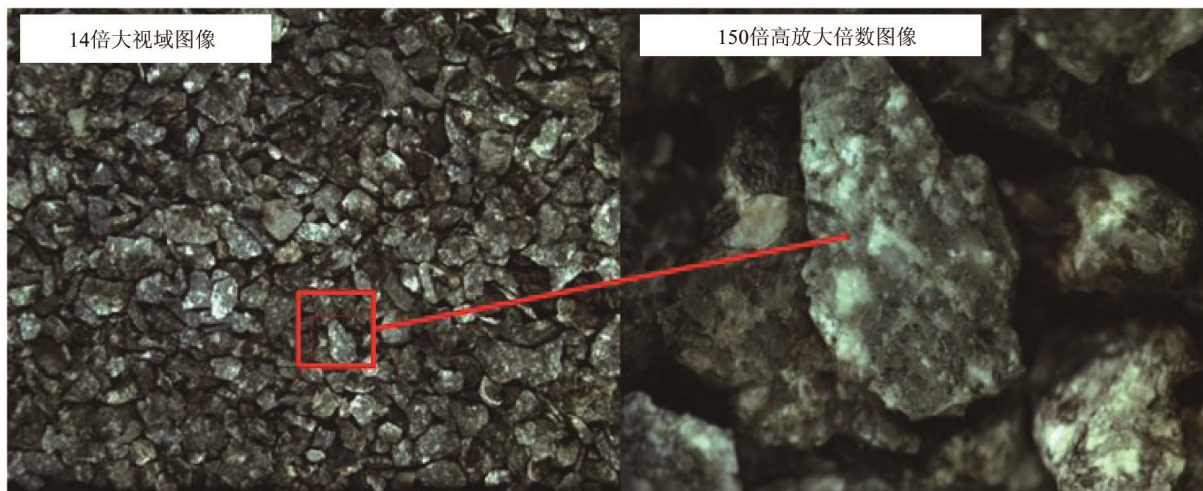


Figure 9. The identification of mineral composition
图 9. 识别矿物成分

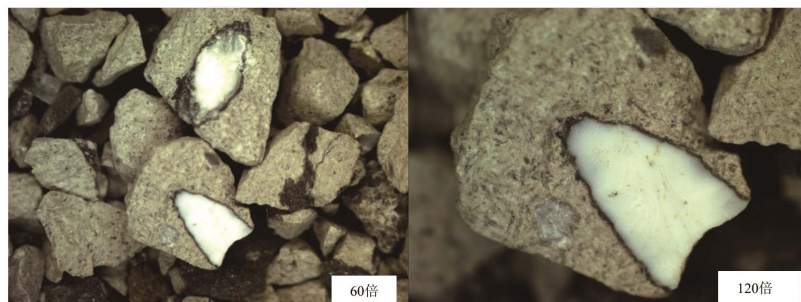


Figure 10. The offwhite altered amygdaloidal andesite
图 10. 灰白色蚀变杏仁状安山岩

3.2.4. 井壁取心特征识别

利用岩屑图像采集技术中高清图像及成像放大倍数功能, 可以实时准确地辨识井壁取心岩性, 清晰地观察裂缝(图 11), 层理形态、构造特征(图 12)等, 还可以较精确地判断渗油面积(图 13)等。



Figure 11. The shape of wellbore coring cracks
图 11. 壁心裂缝形态



Figure 12. The feature of wellbore coring structure
图 12. 壁心构造特征



Figure 13. The oil penetrated area on wellbore cores
图 13. 壁心渗油面积

3.2.5. 岩性界面识别分析

现场图片及时回传后，浏览远程录井平台中岩屑成像录井图，细致观察岩屑形态、颜色变化，准确识别岩性，结合现场数据资料、地层对比、岩性组合、区域油气水显示特性，根据远程录井成像系统岩性和油气显示的落实等情况，集成基地专家的现场经验，综合判断分析，实现岩性界面识别(图 14)。

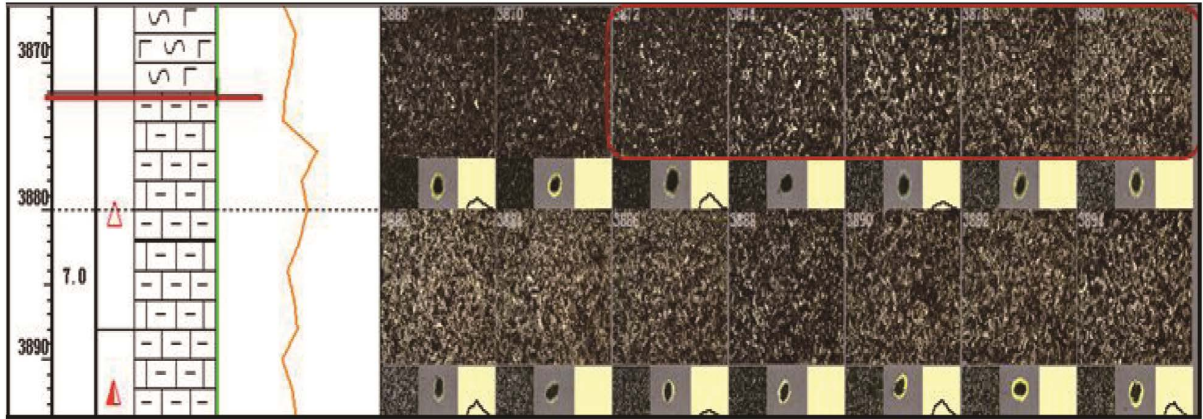


Figure 14. The lithologic interface taking from cuttings image in Well SG XX

图 14. SG XX 井岩屑图像对比卡取岩性界面

3.3. 岩屑成像录井图发布

可以选择不同的井段生成岩屑成像录井图后打印出图。利用岩屑成像录井图的发布技术实现岩屑图像及时、快速、清晰输出，为地层对比、完井汇报提供更为真实的、有价值的图像和数据资料(图 15)。

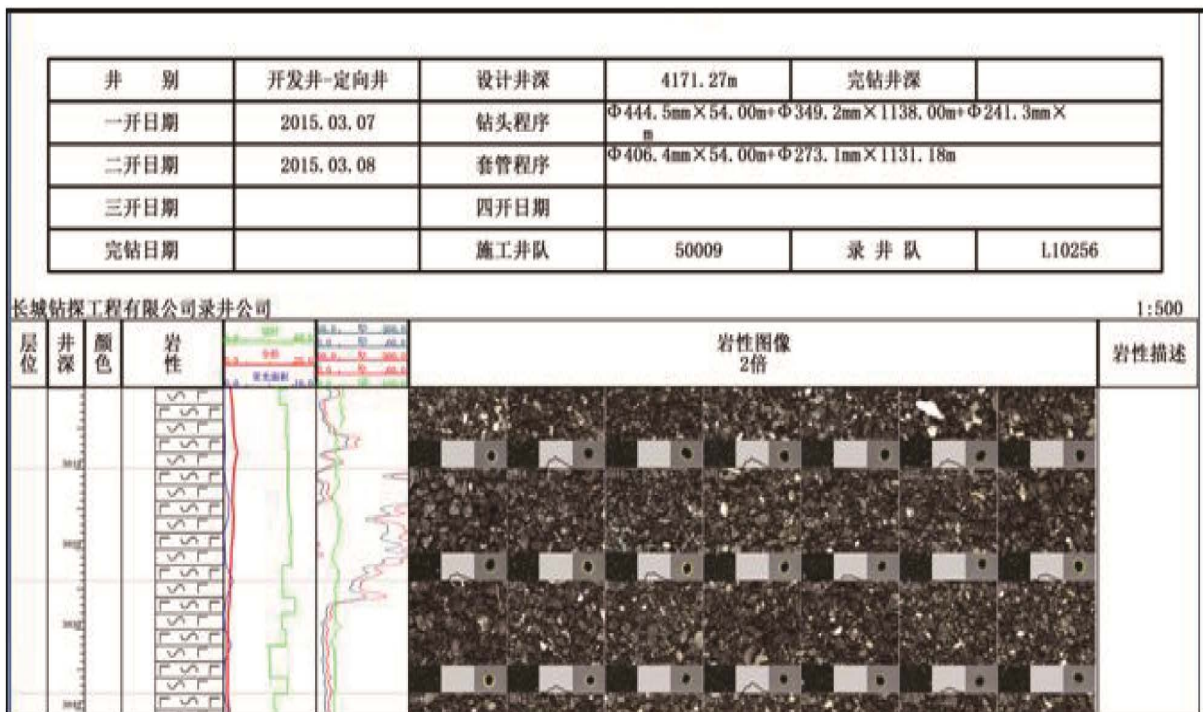


Figure 15. The mud logging diagram of cuttings imaging in Well XXXX

图 15. XXXX 井岩屑成像录井图

4. 远程地质协助应用效果

岩屑成像技术远程地质协助在辽河油区 26 口重点探井推广应用, 累计回传岩屑图片 160000 多幅, 基地专家可依据回传的岩屑图像资料指导现场小队岩性定名、层位卡取, 协助识别特殊岩性, 提高岩性剖面符合率。

2016 年完成 DG89、C128、SG192、W120、C128 等 18 口井现场岩屑成像技术支持工作, 单幅图像岩性识别率达到 90% 以上, 18 口井的岩性剖面平均符合率达到 88.2%。利用岩屑成像技术可解决偏远地区跑井困难, 减少跑井次数, 降低车辆使用成本; 岩屑图像的实时传输可以监督现场岩屑录取、荧光录井工作质量, 满足各方实时、快速浏览岩屑实物图像的需求。

N99 井 2800~3400 m 为沙河街组一、二段地层, 岩性以砂泥岩互层为主。基地专家远程对 2974~3016 m 岩屑进行复查时, 发现 2978~2982 m、2988~2992 m、3006~3016 m 三段井段岩屑颜色变浅, 砂岩逐渐变纯, 结合钻时、全烃数据, 认为该三段为砂岩, 对现场进行远程支持, 更改为浅灰色细砂岩, 后期通过电测曲线证实为砂岩层。

DG89 井钻进至井深 2994 m 钻时突然变大, 碳酸盐含量降低, 现场捞取岩屑较杂。基地专家利用岩屑成像技术远程辨识岩屑, 通过 50 倍高清显微图像可以比较清晰地分辨出岩屑以石英岩为主(图 16, 图 17), 暗色的岩屑为沙四段灰色泥岩掉块, 综合分析岩屑定名为石英岩, 已进入上元古界地层。



Figure 16. The cuttings at 2994 m of Well DG89 (14 times)
图 16. DG89 井 2994 m 岩屑(14 倍)



Figure 17. The cuttings at 2994 m of Well DG89 (50 times)
图 17. DG89 井 2994 m 岩屑(50 倍)

5. 结语

岩屑图像采集技术的 3 种图像、2 种图谱资料的实时传输,可大大增强远程协助能力,提高岩屑录井资料的分析和应用水平,非常适用于重点探井、偏远地区、海上平台的录井任务。在图像采集过程中要充分考虑各种影响因素,采用合适的采集参数,获取高质量的岩屑图像,才能确保运用岩屑图像录井技术在各种复杂钻井条件下准确识别岩性,及时发现油气层。培养优秀的现场操作人员,增强该技术的监督、指导能力,确保图像的采集效果,通过数据积累、模板建立保证该项资料的应用效果,将为油气田勘探开发发挥越来越重要的作用。

参考文献 (References)

- [1] 刘志刚. 岩屑图像分析新技术简介[J]. 录井工程, 2004, 15(4): 11-14.
- [2] 李金锁. 岩屑实物录井成果网上应用研究[J]. 录井工程, 2017, 28(1): 70-73.

[编辑] 黄鹂

Hans 汉斯

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2471-7185, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jogt@hanspub.org