www.cagsbulletin.com www.地球学报.com

拉分盆地三维演化初探

——以新疆富蕴断裂拉分盆地为例

张之武¹⁾, 付碧宏²⁾, Yasuo Awata³⁾, 周尚国¹⁾

1)中国冶金地质总局矿产资源研究院,北京 100025;
2)中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029;
3)日本经济产业省产业技术综合研究所活断层研究中心、日本筑波 305-8567

摘 要: 拉分盆地指沿着走滑断裂带弯曲部位,由于拉张而产生的地形上的低洼处,多形成于走滑断裂带 次级断裂的间列部位。拉分盆地研究对于探讨走滑断裂扩展方式及分段性意义重大;分布于大型走滑断裂带 上的拉分盆地,对于断裂带上地震临震预测具有一定的指示作用;此外,该类盆地往往与油气资源、成矿热 液的运移、聚集、产出关系密切。本文在综述前人对拉分盆地演化过程中几何学、地貌学特征变化的基础 上,选取了发育于富蕴断裂带上的小型拉分盆地为研究对象,借助后差分测量仪器——SOUTH 北极星 9600 及其配套软件 SOUTH GPS 与 SOUTH CASS7.0等研究手段,获得了该盆地的等高线模型,并结合拉分盆地 三维沉降模型与富蕴断裂带走滑断裂特征,估算其滑脱面的深度为 40 m;根据地震前后盆地的拉分与沉降 的模式;探讨了拉分构造中水平错断与垂直沉降的转化关系以及拉分盆地的三维演化问题。 关键词:拉分盆地;后差分测量技术;滑脱面深度;三维演化特征 中图分类号:P542.3;P551 文献标志码:A doi: 10.3975/cagsb.2011.02.15

Three-Dimensional Evolution Features of the Pull-Apart Basin: A Case Study of Fuyun Fault

ZHANG Zhi-wu¹⁾, FU Bi-hong²⁾, Yasuo Awata³⁾, ZHOU Shang-guo¹⁾

Institute of Mineral Resources Research, China Metallurgical Geology Bureau, Beijing 100025;
Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;
Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Technology, Tsukuba, Japan 305-8567

Abstract: The pull-apart basin formed around the steps of the strike-slip fault refers to a low terrain area due to tensile force from the fault. The study of pull-apart basins especially the ones occurring along the large-scale strike-slip faults not only plays an important role in the research on strike-slip fault's expansion and segmentation but also has some significance in the prediction of impending earthquake along the fault. Besides, these basins usually provide space for the migration, accumulation and production of oil, gas and mineral resources. The authors summarized the geometric and geomorphologic features of the evolution of the pull-apart basin based on previous research results, and chose a small pull-apart basin along the Fuyun fault to study its geometric and geomorphologic characteristics. Based on the survey using the differential global positioning system (DGPS) measurement instruments—SOUTH 9600 Polaris and data processing using SOUTH GPS and SOUTH CASS7.0 software, the authors constructed the contour pattern of the basin. Then, according to the model which explains the offsetting and sinking change of the pull-apart basin before and after the earthquake, the authors calculated the depth of its detachment, which turns out to be about 40 m below the surface. On such a basis, the relationship between the pull-apart basin are deduced.

本文由中国冶金地质总局风险勘查项目"西天山成矿规律研究"(编号:FX【2009】-02)资助。

收稿日期: 2010-11-11; 改回日期: 2010-12-31。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介:张之武,男、1982 年生。助理工程师。构造地质学专业,从事新构造与矿田构造相关工作。E-mail: zhangzhiwu@cmgb.cn。

Key words: pull-apart basin; differential global positioning system; detachment depth; three-dimensional evolution features

拉分盆地形成于走滑断裂带次级断裂的间列部 位,其研究对于认识走滑断裂带扩展方式、断裂分 段作用重大(Fu et al., 2005);该盆地演化机制的研 究,为认识该类沉积盆地形成与扩张发育过程提供 一种解释机制(强祖基等,1982;王义天等,1999)。拉 分构造具有重要的社会及经济意义:分布于大型走 滑断裂带上的拉分盆地对于指示断裂带上的地震的 扩展具有一定的作用(Fu et al., 2005);该类盆地特 殊的构造与沉积特征使其成为重要的油气、矿产资 源的聚集、产出源地(丁晓等,1995;杨金中等, 1999)。

前人关于拉分盆地的演化研究做了大量卓有成 效的工作,通过对盆地形成、发育、发展、消亡等 二维演化过程的特征研究,提出众多理想模式(周永 胜等,2003;陈社发等,1985;姜波等,1989;Quennell,1958;Koide,1977;Aydin et al.,1982;Zhang et al.,1989;Dooley et al.,1997;McClay et al.,2001)。但 以往工作中对该类盆地三维空间演化特征变化情况 少有研究,对于拉分盆地演化过程中滑脱面深度的 确定;演化过程中滑脱面深度的变化、水平方向的 位移与垂直方向的沉降关系等系列问题仍有待于进 一步的探讨。

本文综述了前人对于拉分盆地演化过程几何 学、地貌学特征的研究工作,并选取富蕴断裂带小 型拉分盆地为研究对象,借助后差分测量仪器 ——SOUTH北极星9600及其配套软件SOUTH GPS 与SOUTH CASS 7.0等研究手段,获得了该盆地等 高线模型,结合富蕴断裂带走滑断裂特征估算其滑 脱面的深度为 40 m;并结合拉分盆地三维沉降模型与 富蕴断裂带走滑断裂特征,估算其滑脱面的深度为 40 m; 根据地震前后盆地的拉分与沉降的模式;探讨了拉分构 造中水平错断与垂直沉降的转化关系以及拉分盆地的三 维演化问题。

1 拉分盆地及其演化特征

拉分盆地(Pull-apart basin)最早由 Burchfiel 在研 究美国圣安德列斯走滑断层控制的死谷中心地带时 提出(Burchfiel et al., 1966)。左旋走滑断层左阶部位 或是右旋走滑断层的右阶部位,处于一种的拉张应 力状态,发育拉伸和断陷,如拉分盆地(pull-apart basin);而左旋走滑断层右阶部位或是右旋走滑的 左阶部位,处于一种挤压应力状态,发育挤压和断 隆如推起构造(push-up)(朱志澄等, 1999; 王义天等, 1999; McClay et al., 2001)。

研究者应用不同的手段、从不同角度出发对拉 分盆地演化模式进行研究,通过包括野外走滑断层 盆地研究资料总结,室内模拟走滑断层实验,及根 据有关地震资料总结等,总结出了拉分盆地在形 成、发展、消亡的演化过程中演化特征(周水胜等, 2003;陈社发等,1985;姜波等,1989;Quennell, 1958;Koide,1977;Aydin et al., 1982;Zhang et al., 1989;Dooley et al., 1997;McClay et al., 2001)。

Quennell 在 Dead sea fault 野外工作的基础上, 总结出来简单的模式(Quennell, 1958):随着走滑断 裂断距的逐渐累积,盆地两侧控盆断裂的错开距离 不断增加,形成类似矩形的盆地(见图 1a)。

Koide 等(1977)在自箱盒体剪切试验结果总结 得出:拉分盆地是断层开始位错时,形成的大量拉 张裂隙旋转联合的结果(见图 1b)(Koide, 1977)。 Aydin等人认为盆地长度(断裂重叠的大小)与盆地宽 度(断裂间隔的大小)呈现很好的线性关系,比率系 数大概为 3(见图 1c)(Aydin et al., 1982)。Paul Mann 等论证拉分盆地不是成核于雁列式的裂缝与里德尔 剪切构造中,而是成核于释放的断层弯曲的倾斜断 层段,先期形成的裂隙随着走滑构造的演化,而逐 渐发展成为舒缓的"Z"型,或"S"型,最后形成近似 菱形的盆地构造(见图 1d)(Mann et al., 1983)。



图 1 拉分盆地的构造演化模式(据 Quennell, 1958; Koide, 1977; Aydin et al., 1982; Mann et al., 1983 修改) Fig. 1 Evolution model of a pull-apart basin (modified after Quennell, 1958; Koide, 1977; Aydin et al., 1982; Mann et al., 1983)

Dooley 等根据室内实验提出, 控盆断裂末端的 位置分布状况决定着拉分盆地发育形状。按照形成 拉分盆地的断裂与控盆断裂的交角 30°、90°、150° 分别进行实验, 得出 3 类形状不同的近似菱形盆地; 所有盆地中部是平坦的, 并且随着盆地发育, 短边 断层与控盆断裂的相交部位呈现出显著不对称性 (McClay et al., 1995; Dooley et al., 1997; McClay et al., 2001)。

拉分盆地消亡原因可能与盆地演化过程两类断层 有关:一种是沿盆地边缘的正断层;另一种是盆地内 部贯穿盆地发育的断层(Zhang et al., 1989)。海原左旋 走滑断裂带老龙湾拉分盆地,最早形成于中新世中 期。上新世早期盆地中北部发育左旋走滑断层后,老 盆地逐渐消亡,新拉分构造出现(田勤俭, 1998)。

2 拉分盆地三维沉降模型的建立

前人工作侧重于对拉分盆地演化过程中二维特 征变化研究,田勤俭曾根据物质守恒定律与沉积深 度估算了老龙湾拉分盆地的拉分量(田勤俭,1998), 本文改进其公式并将其应用于解释和计算拉分盆地 滑脱面深度。

首先假设地震发生之前,拉分盆地的形成区域 是平整的,地震后形成了新的拉分构造(见图 2)。拉 分构造范围内的浅层地块在地震发生过程中出现滑 动,并有部分发震断裂延伸至地表,但更多未达地 表只形成地下盲断裂。

假设所有块体的滑动都沿着同一滑脱面发生, 并假设体积变化只发生在此滑脱面之上,其下无体 积变化。地震后,地面沉降形成平面近菱形的盆地 构造。根据物质守恒定律:滑脱面之上浅层块体的 体积,在地震前后保持不变。将这部分块体归一成



图 2 地震前后拉分盆地的沉降模式图,假设所有块体的 滑动均沿同一滑脱面发生(据田勤俭、1998 修改) Fig. 2 Landslide of the pull-apart basin between pre-event

and post-event, with all the blocks supposed to slide along the same slope (modified after Tian, 1998) 规则多面体。基于以上的假设与理论,则有: *V=V'*;

*L***D***W*=*L*'**D***W*-*L*'**H***W*..... i;

其中 i 式中, L 是地震之前发育拉分盆地范围长度; L'是地震之后拉分盆地的长度, D 是假设滑脱面的深度, H 是一次地震事件沉降深度, W 是拉分盆地的宽度, 地震前后变化很小, 可以忽略, 主控走滑断层的平均错断是 R, L'等于 L 与 R 加和(见图 2)。

于是得到滑脱面的深度 D、拉分盆地长度 L'、断层水平平均错断 R 与拉分盆地沉降深度 H 之间关系的公式 ii:

(L'+R)*D*W=L'*D*W-L'*H*W;D=HL'/R.....ii

3 后差分 GPS 数据的获取与处理

后差分 DGPS(Differential Global Positioning System)测量技术被用来进行地貌变化的监测研究 (Teatini et al., 2005)。

3.1 研究实例

富蕴断裂带在新疆自治区阿勒泰市富蕴、青河两 县境内,从北端富蕴县可可托海乡开始,沿着阿尔泰山 山麓呈 NNW 向展布,至青河县萨尔托海乡(二台)乌伦 古河(青格里河)南岸,消失于阿尔曼特山中,长度达 180 km,为北北西向展布的右旋走滑断裂带(新疆自治 区地震局,1985;沈军等,2003;张之武等,2008)。1931 年 8 月 11 日 05 时 18 分 47 秒,沿富蕴断裂带发生了 M8.0 级强烈地震,震中位于 46°44.5°N, 89°54.0°E,震源 深度为 19 km(新疆自治区地震局,1985)。

由于该地区的干旱气候条件与较少人类活动影 响和破坏,1931年 M8.0级富蕴地震形成地表破裂带 的地貌特征,经过 70 多年后仍保存良好。小型的地 震鼓包、地震凹槽、断层陡坎、错断山脊、错断冲 沟等一系列与走滑活动相关的构造地貌特征,在整 个的地表破裂带均有分布,使其成为研究走滑类活 动断裂的天然实验室(新疆自治区地震局,1985;沈 军等,2003;张之武等,2008)。

本文选取了发育于富蕴断裂带第三段南亚段的 小型拉分盆地作为研究对象,该拉分盆地十分典型, 并且微地貌清晰可辨,大概位置为 46°46′N, 89°54′E(图 3)(张之武, 2009)。

3.2 拉分盆地等高线模型建立

借助后差分测量仪器——SOUTH 北极星 9600 及其配套软件 SOUTH GPS 与 SOUTH CASS7.0 等研 究手段,我们获取了该拉分盆地的等高线数据。等 高线生成以后,盆地重点区域的等高线在软件中放 大以突出细节(图 4)。



图 3 拉分盆地的野外照 Fig. 3 Photograph showing the pull-apart basin in the field



图 4 拉分盆地等高线模式 Fig. 4 Contour map of the pull-apart basin area

等高线数据在 SOUTH CASS7.0 软件中进行分析: ①量取盆地的长度; ②根据盆地范围内标有高程值的 等高线, 通过计算盆地最高点与最低点的高程值差可 求得盆地深度(根据等高线数据求取高程差值)。在软 件中得出盆地的长与深分别约是 80 m 和 4 m。

获得拉分盆地的长度、宽度和深度后,即可应 用公式估算拉分盆地沉降量的大小。

4 讨论

根据前人提出模式改进的公式 ii 中,最关键的 参数是走滑断层错断量 R 大小;再根据地震前后盆 地长度的关系(*L*'=*L*+*R*),获得地震之前盆地的长度; 然后即可估算拉分盆地滑脱面的深度。上述公式是 一个理想模式,如应用到本文中的实例中需做如下 说明与讨论:

首先,文中提到的拉分盆地非常年轻,内部几 乎没有沉积和剥蚀现象存在。走滑断裂带中,较大 规模的地震均会产生错断,并且错断会随着走滑断 层发育的历史而累积(Sylvester,1988)。因此,利用盆 地周围断裂的水平或是垂直错断位移累积,与该断 裂带古历史事件错断平均量比较,可估算其形成年 龄。

野外工作时,发现盆地里有保存非常好的错断 冲沟,水平右旋错位为 7±1.5 m(张之武等,2008;张 之武,2009)。根据富蕴断裂带 1931 年大地震平均 8 m 的水平错断距离,推测该拉分盆地是最新一次地 震的产物(新疆自治区地震局,1985)。综上所述,该 拉分盆地是最近一次大地震形成的产物, R 取值应 该为 7~8 m。

其次,解释模式的提出建立在一系列假设上, 因此估算结果要考虑到以下因素的影响:变形区域 地势起伏不平,是第四纪冰川作用形成的冰水扇地 貌(见图 3)。此外,发生滑脱的块体为不规则的多面 体;盆地中多间套更小规模的拉分构造,出现不均 一的多个沉降中心,盆地中沉降并不均匀(见图 3); 地貌的沉积和剥蚀等也应为产生误差因素。

5 结论

利用 DGPS 技术手段结合野外实地考察资料, 对发育于富蕴断裂的小型拉分盆地作初步研究后得 到如下结论:

1)该拉分盆地是最近大地震形成的产物。

2)根据公式 ii 中估算该拉分盆地滑脱面深度大 约为 40 m。但由于计算公式是建立在系列假设之上, 因此该深度为估算值。 3)文中模式较好地解释了走滑断裂的构造中, 拉分盆地的形成是由水平拉伸导致了垂直沉降。本 文结果说明,富蕴走滑断裂带上 7~8 m的水平错断, 致使断裂带阶步的块体沿着大约 40 m 深度的滑脱 面发生滑脱变形,形成了平均将近 4 m 的沉降,形 成了拉分盆地。

根据野外的工作,拉分盆地的沉降大小似乎与 分段断裂强度之间存在一定的关联,相应的滑脱面 的深度也应该与断裂强度有关联;并且随着走滑断 层的发育,拉分盆地生长,其滑脱面深度是否继续 往下延伸等进一步探讨拉分盆地三维演化特征的问 题有待于以后继续开展研究。

致谢:感谢匿名审稿人对文章的改进和指正。感谢 郑国东研究员、田勤俭研究员、张效亮工程师的有 益讨论,以及王迎久师傅在野外工作中的帮助。

参考文献:

- 陈社发, 邓起东. 1985. 现代地壳运动研究[M]. 北京: 地震出版 社: 98-106.
- 丁晓, 沈扬, 徐汉林. 1995. 中国南方走滑拉分盆地遥感构造解 析[J]. 南方油气地质, 1(2): 15-22.
- 姜波,徐嘉炜.1989.一个中生代的拉分盆地——宁芜盆地的形成与演化[J].地质科学、4:314-322.
- 强祖基,胡思颐,胡海燕. 1982. 郑庐深断裂带的构造及演化特征[C]//构造地质论丛编辑部.构造地质论丛.北京:地质出版社: 94-96.
- 沈军,李盈甄,汪一鹏,宋方敏,2003.阿尔泰山活动断裂[J]. 地学前缘,10(特刊):132-141.
- 田勤俭, 1998. 老龙湾拉分盆地演化与海原断裂带走滑活动[D]. 北京:中国地震局地质所:1-111.
- 王义天,李继亮. 1999. 走滑断层作用的相关构造[J]. 地质科技 情报, 18(3): 30-34.
- 新疆自治区地震局, 1985. 富蕴地震断裂带[M], 北京: 地震出版 社: 1-201.
- 杨金中、赵玉灵、沈远超,曾庆栋,李光明.1999. 胶莱盆地与金 矿形成[J].黄金、20(9):1-6.
- 张之武. 2009. 新疆阿尔泰山富蕴断裂带几何学与地貌学特征研究[D]. 北京: 中国科学院青藏高原研究所: 1-64.
- 张之武,付碧宏,粟田泰夫、2008.新疆阿尔泰山南部富蕴右旋 走滑断裂带晚第四纪错断水系的遥感分析研究[J].第四纪 研究,28(2):273-279.
- 周永胜,李建国,王绳祖.2003.用物理实验模拟研究走滑断裂 和拉分盆地[J].地质力学学报,9(1):1-13
- 朱志澄、韦必则,张旺生、1999、构造地质学[M].武汉:中国地 质大学出版社:195-197.

References:

AYDIN A, NUR A. 1982. Evolution of pull-apart basins and their

scale independence[J]. Tectonics, 1(1): 91-105.

- BURCHFIEL B C, STEWART J H. 1966. "Pull-Apart" origon of the central segment of Death Valley, California[J]. Geology Society of America Bulletin, 77: 439-442.
- CHEN She-fa, DENG Qi-dong. 1985. The evolution and structure assemblages of pull-apart basin in Southwest Huashan fault. Study on Modern Crustal Movement[M]. Beijing: Earthquake Press: 98-106(in Chinese with English abstract).
- DING Xiao, SHEN Yang, XU Han-lin. 1995. The research of the striking pull-apart basin in South China by remote sensing[J]. Southern Petroleum Geology, 1(2): 15-22(in Chinese with English abstract).
- DOOLEY T, MCCLAY K. 1997. Analogue modeling of pull-apart basins[J]. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 81(11): 1804-1826.
- FU Bi-hong, AWATA Y, DU Jian-guo, TADASHI M, GUO Jian-ming. 2005. Complex geometry and segmentation of the surface rupture associated with the 14 November 2001 great Kunlun earthquake, North Tibetan, China[J]. Tectonophysics, 407(1-2): 43-63.
- JIANG Bo, XU Jia-wei. 1989. The formation and evolution of Ningwu basin—pull-apart basin formatted in Mesozoic[J]. Scientia Geologica Sinica, 4: 314-322(in Chinese with English abstract).
- KOIDE H, BHATTACHARJI S. 1971. Geometric patterns of active strike-slip faults and their significance as indicators for areas of energy release[M]. Energetics of Geological Processes. New York: Springer Verlag: 3465-3478.
- MANN, WANG Yi-peng, HEMPTON M, BRADLY D. 1983. Development of pull-apart basins[J]. The Journal of Geology, 91: 529-544.
- MCCLAY K, BONORA M. 2001. Analog modles of the restraining stepovers in the strike-slip fault systems[J]. AAPG Bulletin, 85(2): 233-260.
- MCCLAY K, DOOLEY T. 1995. Analogue models of pull-apart basins[J]. Geology, 23(8): 711-714.
- QIANG Zu-ji, HU Si-yi, HU Hai-yan. 1982. The structure and evolution features of the Tanlu Fault[C]//Editorial Staff of Structural Geology Forum. Structural Geology Forum. Beijing: Geological Publishing House: 94-96(in Chinese with English abstract).
- QUENNELL A M. 1958. The structural and Geomorphic evolution of the Dead Sea Rift[J]. Quat. Jour. Geol. Soc., 114: 2-24.
- SHEN Jun, LI Ying-zhen, WANG Yi-peng, SONG Fang-min. 2003. The active faults in Altay Mountains[J]. Earth Science Frontiers, 10(Suppl): 132-141(in Chinese with English abstract).
- SYLVESTER A G. 1988. Strike-slip fault[J]. Geology Society of America Bulletin, 100: 1666-1703.
- TIAN Qin-jian. 1998. Evolution of the Laolongwan pull-apart basin and strike-slipping of the Haiyuan Fault Zone[D]. Beijing: Institute of Geology, China Earthquake Administration: 1-111(in Chinese with English abstract).

- TEATINIA P, TOSIB L, STROZZIC T, CARBOGNINB L, RIZZETTOB F. 2005. Mapping regional land displacements in the Venice coastland by an integrated monitoring system[J]. Remote Sensing of Environ-ment. 98(4):403-413.
- WANG Yi-tian, LI Ji-liang. 1999. The relation structures about the strike-slip fault[J]. Geological Science and Technology Information, 18(3): 30-34(in Chinese with English abstract).
- Xinjiang Seismological Bureau. 1985. Fuyun Earthquake Fault Zone in Xinjiang, China[M]. Beijing: Earthquake Press: 1-201(in Chinese).
- YANG Jin-zhong, ZHAO Yu-ling, SHEN Yuan-chao, ZENG Qing-dong, LI Guang-ming. 1999. The formation of the gold ore and the Jiaolai Basin[J]. Gold, 20(9): 1-6(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Pei-zhen, BURCHFIEL B C, CHEN She-fa, DENG Qi-dong. 1989. Extinction of pull-apart basin[J]. Geology, 17:

814-817.

- ZHANG Zhi-wu. 2009. Geometric and geomorphologic features of the Fuyun Fault Zone in the Altay Mountains, Xinjiang, China[D]. Beijing: Institute of Tibetan Plateau: 1-64(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Zhi-wu, FU Bi-hong, AWATA Y. 2008. Late Quaternary systematic stream offsets along the Fuyun right lateral strike-slip fault, Altay Mountains, China[J]. Quaternary Science, 28(2): 273-279(in Chinese with English abstract).
- ZHOU Yong-sheng, LI Jian-guo, WANG Sheng-zu. 2003. The study of the strike slip fault and pull-apart basin by the Physics Simulation[J]. Journal of Geomechanics, 9(1): 1-13(in Chinese with English abstract).
- ZHU Zhi-cheng, WEI Bi-ze, ZHANG Wang-sheng. 1999. Structure Geology[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press: 195-197(in Chinese).

୵୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶

୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶୶

深部找矿利器出炉 填补国产多功能电法仪空白

——实用化大功率多功能电法仪稳定通过八小时连续测试

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所在大功率多功能电法仪研制上取得的重大突破。"大功率 多功能电法仪实用化系统指标测评会议"近日在重庆成功举办。

测评专家小组对大功率多功能电法仪的发射系统、接收系统和大功率供电系统的各项技术指标进行了 系统、严格的测试,并对整体测量系统进行了连续八小时的稳定性测试。经测试,在联机模式下可实现可控 源音频大地电磁法(CSAMT)、谱激电法(SIP)和时域激电法(TDIP)等测量功能;接收机单独工作情况下可实 现天然场音频大地电磁法(AMT)功能。大功率多功能电法仪稳定地实现了发射功率 30 千瓦的目标,各项指 标均达到设计要求。

测试结果表明,大功率多功能电法仪实用化系统研制项目全面完成了目标任务,系统性能总体上达到 了国际先进水平。该系统的研制成功,填补了我国深部找矿多功能电法测量技术的空白,为我国深部找矿提 供了急需的仪器设备和技术。

目前我国在地质勘探工作中,特别是在深部找矿工作领域,已进入关键时期。深部找矿工作迫切需要一 批具有自主知识产权的符合我国国情的仪器设备。大功率多功能电法仪的研制成功和实用化,不但对增强我 国电法仪器研究的技术创新,促进深部资源勘查的突破具有重要意义,而且对推动地质装备勘查技术国产 化,打破地质装备长期依赖进口的局面有重要意义。

本刊编辑部 采编