

# 广丰盆地丹霞地貌遥感影像特征

黄宝华<sup>1</sup>, 郭福生<sup>1\*</sup>, 姜勇彪<sup>1</sup>, 刘林清<sup>1</sup>, 彭花明<sup>1,2</sup>

(1. 东华理工大学地球科学与测绘工程学院, 江西 抚州 344000 2. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

**摘要:** 江西广丰盆地红层发育于早白垩世晚期至晚白垩世, 盆地内发育石寨、石峰、峰林和峰丛等丹霞地貌景观。通过遥感影像目视解译, 建立丹霞地貌遥感影像解译标志, 解译出 8 处丹霞地貌区, 归纳为 5 种丹霞地貌遥感影像特征。丹霞地貌区节理构造发育, 节理走向受边界断裂控制, 揭示了断裂构造对丹霞地貌发育特征和发育类型的控制作用。

**关键词:** 广丰盆地; 丹霞地貌; 遥感影像特征; 断裂构造

**中图分类号:** P931

**文献标识码:** A

丹霞地貌是一种以陡崖坡为特征的红层地貌<sup>[1]</sup>, 主要成景地层为中生代红层<sup>[2]</sup>。红层颜色以红色调为主, 呈灰紫、褐黄、棕黄、褐红、紫红等色, 红色主要因  $\text{Fe}^{3+}$  富集而成。长期以来, 丹霞地貌的研究主要以定性研究和应用研究为主, 定量研究和理论研究较少, 技术手段较为单一。现今才出现了 X 荧光光谱分析<sup>[3]</sup>、热释光测年<sup>[4-6]</sup>、偏光显微镜与扫描电镜<sup>[7]</sup>、电子探针<sup>[8]</sup>、遥感技术<sup>[9]</sup>等手段。

遥感影像具有多波段信息, 不同尺度的构造痕迹和构造现象都能在影像上得到直观、形象的反映<sup>[10]</sup>, 可用于宏观上解译丹霞地貌。丹霞地貌因发育于红层中, 在遥感影像上表现为红—粉红色; 陡崖由于太阳光倾斜照射山体在地面形成山体阴影, 在遥感影像上表现为黑—灰黑色; 丹霞地貌区的密集节理构造等遥感影像特征, 为丹霞地貌景观分类和构造发育研究提供了丰富信息。

江西省是我国丹霞地貌最为发育的地区, 丹霞地貌主要分布在丘陵低山区, 根据其分布特征划分出 9 个丹霞地貌集中分布区, 而其中又数赣东、赣东

南地区分布较多<sup>[11]</sup>。广丰盆地位于赣东地区, 发育有典型丹霞地貌景观。本文通过遥感影像目视解译对广丰盆地丹霞地貌进行遥感影像特征分析, 并对广丰盆地进行线性构造解译, 分析断裂构造对丹霞地貌发育特征和发育类型的控制作用。

## 1 区域地学概况

广丰盆地位于赣浙闽三省交界地带, 地理坐标  $118^{\circ}7' \sim 118^{\circ}27' \text{E}$   $28^{\circ}13' \sim 28^{\circ}28' \text{N}$ 。盆地受北东向江山—绍兴断裂带、上饶—玉山—常山断裂带和北北西向广丰—五都断裂带复合控制<sup>[12]</sup>, 受东侧嵩峰山、南西侧铜钹山围限, 东南部群山连绵, 峰峦叠嶂, 形成一个四周高、中间低且向西开口的白垩纪断陷盆地<sup>[13]</sup>。盆地内沉积了一套以红色陆相碎屑岩系为主的地层, 为联圩组、河口组、周田组、茅店组、中墩组、石溪组, 以上白垩统赣州群茅店组为主。盆地水系发源于仙霞岭, 从福建浦城入境, 横贯境内中部向西流往上饶的信江支流丰溪河。第四纪以来,

收稿日期 (Received date): 2009-11-11; 改回日期 (Accepted): 2010-03-25.

基金项目 (Foundation item): 江西省社会科学规划 2009 年项目 (项目编号: 09YJ207) 资助。 [ Supported by Jiangxi 2009 Programme for Social Science (Nq 09YJ207). ]

作者简介 (Biography): 黄宝华 (1983—), 男 (汉族), 江西乐安人, 硕士研究生, 研究方向: 遥感与旅游地学。 [ Huang Baohua (1983—), male (the Han nationality), Le'an County of Jiangxi Province master candidate major in remote sensing and Geotourism. ] Tel. 13767163451, E-mail: 1983bhhuang@163.com

通讯作者: 郭福生 (1962—), 男, 江西宁都人, 教授, 博士, 主要从事沉积学与旅游地学教学和研究工作。 [ Guo Fusheng (1962—), male Ningdu County of Jiangxi Province professor Ph.D. major in teaching and studying on Sedimentology and Geotourism. ] E-mail: fsguo@263.net

在新构造运动影响下,盆地不断抬升,在外动力地质作用下,不断遭受侵蚀<sup>[14]</sup>,形成石寨、石峰、石柱、石崖、峰林、巷谷、一线天、造型石等类型的丹霞地貌景观。

## 2 遥感影像数据准备

广丰盆地属中亚热带湿润季风气候区,水系、植被发育。为减少植被对解译的影响,在选择遥感影像时,应选择植被不发育的秋、冬季节且无云、雪覆盖的影像,因此本次研究采用 2000—11—03 的 Landsat ETM+遥感影像数据,轨道号为 Path=120, Row=040 空间分辨率为 15 m

实验发现,第 4、7 波段对岩性和地质构造反映较好,适合于丹霞地貌遥感解译,决定采用 ETM+743 波段合成影像数据。影像经过几何校正,地理配准等预处理后,结合 1:20 万地形图、1:25 万地质图等数据和图件资料对广丰盆地进行目视解译。

## 3 丹霞地貌遥感影像特征

在丹霞地貌演化不同阶段,由于受构造切割、流水侵蚀、溶蚀和重力崩塌等作用,形成不同的景观类型,在遥感影像中表现出不同的斑块、色彩特征;同时受土壤成分、岩石裸露与植被的发育程度影响,其影像特征发生规律性的变化。

从遥感影像上识别丹霞地貌,需要建立丹霞地

貌的解译标志。色彩特征、阴影特征、影纹特征、地质特征、地形地貌特征是丹霞地貌所特有的标志,在解译过程中,如果这些标志同时存在即可判定为丹霞地貌<sup>[9]</sup>。通过分析研究区遥感影像特征,对照研究区的地质图件,在红层分布区内,可识别出条块状、脑状、栅状、格状、丘状五种影像特征,表征不同的丹霞地貌景观类型。

1. 块状影像 遥感影像上,古夷平面被强烈侵蚀破碎为无数低凹的沟谷,砾岩、砂砾岩等红色碎屑岩表现为浅红色,阴影线纹呈似网格状,阴影深而突出,两组不同方向线纹呈一定角度相交。从影纹和阴影的特征和所处的位置可知,格中是残留的山体,发育良好,岩体的顶面呈锥状或水平。丹霞地貌成景地层为上白垩统圭峰群河口组,岩性为砾岩、砂岩、粉砂岩与泥岩,山体海拔 180~320 m。此种丹霞地貌多发育石寨等景观(图 1)。

2. 脑状影像 裸露的红层呈粉红色圆点状散布,岩体是接近侵蚀平面的锥状或浑圆山体,阴影线纹不太明显呈无序相接的条带状,阴影少。山体岩块的影纹面积不大,呈无规则状细密分布且各自以多种方式相连或相交,沟谷与山体影纹的高低相差不大。山体岩块坡度影纹平缓且较低,山顶呈锥状、浑圆状或水平,底部有时存在影纹较好的陡崖。成景地层为上白垩统赣州群茅店组,岩性为砾岩、砂砾岩夹粉砂岩,山体海拔 200~530 m。此种影像特征的丹霞地貌景观多为石峰(图 2)。

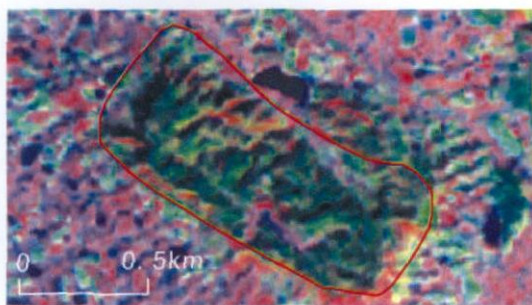


图 1 丹霞地貌块状遥感影像  
Fig 1 The bulk structure of remote sensing images in Danxia Landform

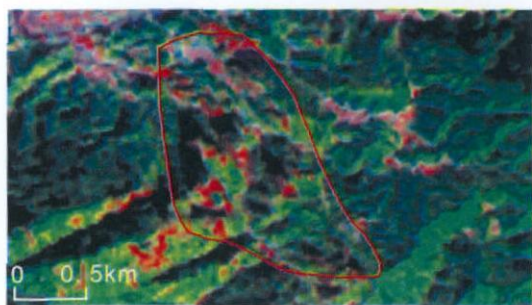


图 2 丹霞地貌脑状遥感影像  
Fig 2 The cerebriform structure of remote sensing images in Danxia Landform

3. 栅状影像 影纹呈条带状规则分布,山体与沟谷影纹相间并且大致平行排列似栅状。山体阴影较长,反映山脊线较长,沟谷深而宽。成景地层为上白垩统赣州群茅店组,山体海拔 160~480 m。丹霞

地貌多以石墙、石壁景观居多。地貌特征是高耸的带状山岭与低宽的沟谷相间平行分布。此地貌是近期地壳强烈抬升后经长时间的强烈侵蚀发育而成(图 3)。

4. 格状影像 大面积的块状影纹分布,一般是几条大的主影纹分隔一些无规则的小影纹,影纹突出,阴影较宽,山体岩块大而高,山间沟谷不发育且浅而平,是由高而平坦的岩层平面被侵蚀成小沟谷

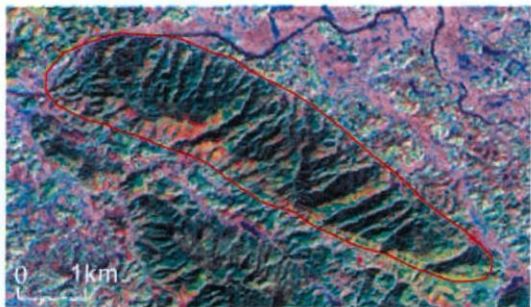


图 3 丹霞地貌栅状遥感影像

Fig 3 The palisaded structure of remote sensing images in Danxia Landform

5. 丘状影像 影像上红层出露较多,构造作用将山体切割成丘状或圆丘状,由两组不同方向的线纹相交组成明显的网状影纹,阴影较深且较小。山体顶部呈浑圆状或平顶状,以石寨为主。成景地层为上白垩统赣州群茅店组,山体海拔 270 ~ 520 m。由以上影纹知此山体不高,但古夷平面侵蚀强烈,山体为残留的岩体且分布混乱,丹霞地貌类型为石峰、峰林为主(图 5)。

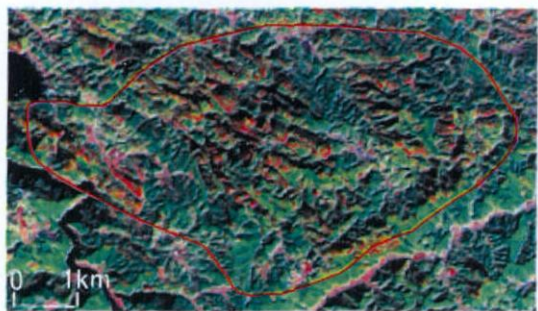


图 5 丹霞地貌丘状遥感影像

Fig 5 The moundy structure of remote sensing images in Danxia Landform

## 4 丹霞地貌断裂构造信息提取

丹霞地貌景观的产出、景观类型及特征是受红层的岩石类型、边界断裂活动以及外动力地质作用共同作用的结果。广丰盆地由于受盆地边界断裂的控制,以及受不同地区区域构造影响,边界断裂发育的特征不同,因而造成在盆地不同部位,节理的发育

的大山体岩块。成景地层为上白垩统赣州群茅店组,山体海拔 230 ~ 530 m。影纹有规则分布时,此种丹霞地貌多为峰林(图 4)。

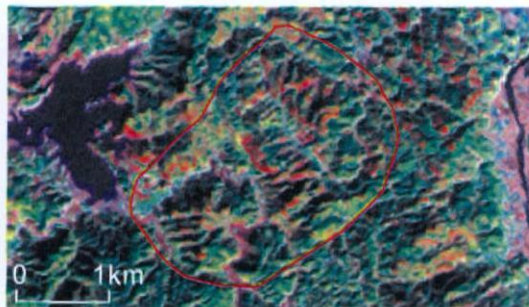


图 4 丹霞地貌格状遥感影像

Fig 4 The grid structure of remote sensing images in Danxia Landform

具有不同的特征。盆内南部和东部边界断裂发育,由断裂所产生的派生节理较为发育,使得南部和东部的丹霞地貌景观最为发育,其中南部丹霞地貌分布面积较大。

盆内遥感影像线性构造发育,根据走向可划分为北东向,北北东向和北北西向等数组,其中以北东向最为发育,北北西向次之,构成区域内主干线性构造网络。对解译出的广丰盆地 8 处丹霞地貌区进行遥感影像构造方位分析,统计丹霞地貌区节理的条数和走向,将统计数据用玫瑰花图表示(图 7),显示节理展布方向的特征。

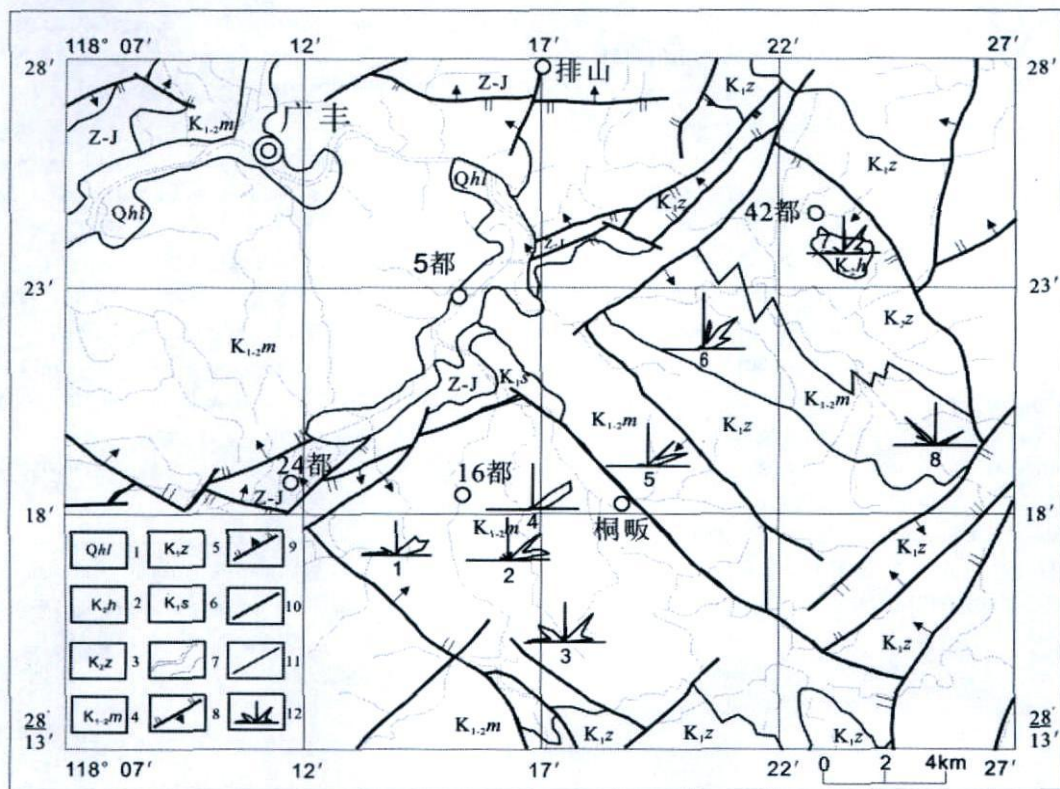
盆地受北东向江山—绍兴断裂带、北北西向广丰—五都断裂带和上饶—玉山—常山断裂带复合控制。丹霞地貌区节理走向以北东向为主,北西向为次,与区域断裂总体走向一致,节理的发育受大断裂控制。

盆内只有一处丹霞地貌落入河口组地层中,其余全部落入晚白垩世茅店组地层中,断裂构造将山体切割成多种构造网络图形。以发育石寨、石峰、石柱、石崖、峰林、巷谷、一线天、造型石等类型的丹霞地貌景观为主。

## 5 结论

1. 建立丹霞地貌遥感解译标志,通过解译发现 8 处丹霞地貌区,发育有以石峰、石崖、峰林、峰丛等类型为主的丹霞地貌景观。





1 联圩组; 2 河口组; 3 周田组; 4 茅店组; 5 中墩组; 6 石溪组; 7 水系; 8 逆断层; 9 正断层;  
10. 性质不明断层; 11 地层界线; 12 丹霞地貌区节理玫瑰花图

图 7 广丰盆地构造分析图

Fig 7 The tectonic analysis image of Guangfeng basin

2 将广丰盆地丹霞地貌归纳为 5 种遥感影像特征: 块状影像、脑状影像、栅状影像、格状影像、丘状影像。

3 通过对丹霞地貌区节理构造进行解译, 做出节理玫瑰花图, 分析得出丹霞地貌区节理走向以北东向为主, 北西向为次, 节理的发育受区域大断裂控制。

4 丹霞地貌发育受区域大断裂复合控制, 丹霞地貌的形态受节理控制, 断裂构造是丹霞地貌发育特征和发育类型的重要控制因素。

## 参考文献 (References)

[ 1 ] Peng Hua The concept research history and existing problems of Danxia [ A ]. In World Danxia ( volume 1 ) [ C ]. Shaoguan First International Symposium on Danxia Landform Memoir 2009: 163 ~ 171 [ 彭华. 丹霞的概念、研究历史和存在问题 [ A ]. 见: 世界的丹霞 (第 1 卷) [ C ]. 韶关: 第一届丹霞地貌国际学术讨论会论文集 2009: 163 ~ 171 ]

[ 2 ] Peng Hua Wu Zhicai A preliminary study on the characteristics and the distribution of red beds [ J ]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni 2003 42 ( 5 ): 109 ~ 113 [ 彭华, 吴志才. 关于红

层特点及分布规律的初步探讨 [ J ]. 中山大学学报 ( 自然科学版 ), 2003 42 ( 5 ): 109 ~ 113 ]

[ 3 ] Zhu Cheng Yu Jinbiao Zhao Ningxi et al Danxia Landform genesis and scenic feature on Guanzaimountain Fujian Province [ J ]. Acta Geographica Sinica 2000 55 ( 6 ): 679 ~ 688 [ 朱诚、俞锦标、赵宁曦, 等. 福建冠豸山丹霞地貌成因及旅游景观特色 [ J ]. 地理学报, 2000 55 ( 6 ): 679 ~ 688 ]

[ 4 ] Huang Jin A preliminary study on the Danxia Landforms in Taining county Fujian province P. R. China [ J ]. Economic Geography 2002 22 ( Suppl ): 176 ~ 198 [ 黄进. 福建省泰宁县丹霞地貌的初步研究 [ J ]. 经济地理, 2002 22 ( 增刊 ): 176 ~ 198 ]

[ 5 ] Huang Jin A preliminary study on the Danxia Landforms in Xinchang county Zhejiang province China [ J ]. Economic Geography 2003 23 ( Suppl ): 130 ~ 139 [ 黄进. 浙江省新昌县丹霞地貌初步研究 [ J ]. 经济地理, 2003 23 ( 增刊 ): 130 ~ 139 ]

[ 6 ] Jiang Yongbiao Guo Fusheng Liu Linqing et al TL dating research of geomorphic surface on lower terraces of rivers in Longhushan Danxia landform areas [ J ]. Journal of East China Institute of Technology 2006 29 ( 3 ): 225 ~ 228 [ 姜勇彪, 郭福生, 刘林清, 等. 龙虎山丹霞地貌区河流阶地地貌面的热释光测年研究 [ J ]. 东华理工大学学报, 2006 29 ( 3 ): 225 ~ 228 ]

[ 7 ] Li Deyan Wang Pengling Yu Jirbiao microcosmic study of weathering in Danxia landform on Xinchang county Zhejiang province

- [ J. Economic Geography 2003 23 (Suppl.): 159 ~ 165 [ 李德文, 王朋岭, 俞锦标. 浙江省新昌丹霞地貌风化作用的微观研究 [ J. 经济地理, 2003 23 (增刊): 159 ~ 165]
- [ 8] Guo Guolin Guo Fusheng Liu Xiaodong et al Study by ERMA on micocosmic chemical weathering to sandstone in Danxia landform [ J. Carsologica Sinica 2006 25 (2): 172 ~ 176 [ 郭国林, 郭福生, 刘晓东, 等. 丹霞地貌砂岩的微观化学风化作用电子探针研究 [ J. 中国岩溶, 2006 25 (2): 172 ~ 176]
- [ 9] Liu Lingqing Guo Fusheng Zeng Xiaohua Study on the Danxia geomorphologic landscape with remote sensing technology [ J. Journal of East China Institute of Technology 2007 30 (3): 247 ~ 251 [ 刘林清, 郭福生, 曾晓华. 丹霞地貌景观调查的遥感技术应用研究 [ J. 东华理工学院学报, 2007 30 (3): 247 ~ 251]
- [ 10] Zhao Ling Wang He Liu Jianping et al The structure interpretation of ETM remote sensing image in Kayizi Dalong region of the west Kunlun [ J. Geotectonica et Metallogenia 2008 32 (4): 470 ~ 474 [ 赵玲, 王核, 刘建平, 等. 西昆仑地区恰尔隆、大同一带 ETM 遥感影像构造解译 [ J. 大地构造与成矿学, 2008 32 (4): 470 ~ 474]
- [ 11] Guo Fusheng Liu Lingqing Yang Zhi et al Development of Danxia landform in Jiangxi province and its regional planning for tourism [ J. Resources Survey & Environment 2007 28 (3): 214 ~ 222 [ 郭福生, 刘林清, 杨志, 等. 江西省丹霞地貌发育规律及旅游区划研究 [ J. 资源环境与调查, 2007 28 (3): 214 ~ 222]
- [ 12] Yu Dagan Ye Fawang Wang Yong Active succession establishment for volcanic-intrusive complex in middle-late lower cretaceous in Guangfeng Jiangxi and its geological implication [ J. Geotectonica et Metallogenia 2001 25 (3): 271 ~ 276 [ 余达淦, 叶发旺, 王勇. 江西广丰早白垩世中晚期盆地火山—侵入杂岩活动序列确认及地质意义 [ J. 大地构造与成矿学, 2001 25 (3): 271 ~ 276]
- [ 13] Jiang Yongbiao Guo Fusheng Liu Lingqing et al A study on Cretaceous red beds and their geomorphologic landscapes in Guangfeng basin [ J. Resources Survey & Environment 2009 30 (4): 235 ~ 242 [ 姜勇彪, 郭福生, 刘林清, 等. 广丰盆地白垩纪红层及其地貌景观发育研究 [ J. 资源调查与环境, 2009 30 (4): 235 ~ 242]
- [ 14] Jiang Yongbiao Guo Fusheng Sun Chuamin et al A study on the features and origin of the Danxia Landform in Guifeng scenic park Yiyang county Jiangxi [ J. Journal of Mountain Science 2008 26 (1): 120 ~ 125 [ 姜勇彪, 郭福生, 孙传敏, 等. 江西弋阳县龟峰丹霞地貌景观特征与形成机制 [ J. 山地学报, 2008 26 (1): 120 ~ 125]

## Characteristics of Remote Sensing Images of Danxia Landform in Guangfeng Basin

HUANG Badhua<sup>1</sup>, GUO Fusheng<sup>1</sup>, JIANG Yongbiao<sup>1</sup>, LIU Lingqing<sup>1</sup>, PENG Huaming<sup>1, 2</sup>

(1. Faculty of Geosciences and Survey Engineering East China Institute of Technology Fuzhou Jiangxi 344000 China

2. School of the Earth Sciences and Resources China University of Geosciences Beijing 100083 China)

**Abstract:** Developed in the period between late Lower Cretaceous and the Upper Cretaceous, the red bed of Guangfeng Basin in Jiangxi Province boasts with varied natural topographies, such as mesa, stone peak and peak forest. By remote sensing image interpretation, this study manages to analyse and decipher the characteristics of remote sensing images for Danxia landform. The result shows that the 8 Danxia landform areas can be concluded into 5 categories. The result also shows that joint structure as well as the direction of joint structure of the Danxia landform area are under the control of the boundary dislocation, demonstrating the influence of dislocation on the development and characteristics of Danxia landform.

**Key words:** Guangfeng basin; Danxia Landform; the characteristics of remote sensing images; fault structure