

文章编号: 1008-2786-(2016)2-134-08

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000110

# 中国丹霞地貌的面积概算 ——粤北坪石红层盆地的实证研究

齐德利 颜明 闫丹 李炳元

(中国科学院地理科学与资源研究所地貌研究室,北京 100101)

**摘 要:** 中国丹霞地貌的中生代优势以及陆相沉积特征是中国的特色也具有世界代表性。通过对中生代主要出露红层盆地室内计算机空间叠置分析,利用大量的野外现场调研检验等手段,计算出不同时期不同规模的红层面积。其中,中侏罗世 3 个红盆面积  $45.16 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,中、晚侏罗世 28 个红盆面积  $149.17 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,早白垩世 17 个红盆面积  $55.97 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,晚白垩世 24 个红盆面积  $106.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,早第三纪 31 个红盆面积  $135.73 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。通过对实地测量及对比分析,发现红层盆地建造发育成丹霞地貌的贡献率为 6.5% 左右。可计算中、晚侏罗世红层发育的丹霞地貌面积为  $9.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,早白垩世红层发育的丹霞地貌面积  $3.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,晚白垩世 24 个红盆面积  $6.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,早第三纪 31 个红盆面积  $8.8 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,这样统计中国丹霞地貌的总面积为  $29 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。这一数字因丹霞地貌自身发育的阶段性的会出现偏差,考虑气候-构造-地貌相互耦合作用的结果,典型丹霞地貌随着时间的推移,增加和减少的面积将达到一个平衡,基本稳定在  $20 \times 10^4 \text{ km}^2$  左右,这就是中国丹霞地貌的面积数据。

**关键词:** 丹霞地貌; 红层盆地; 面积; 中国

中图分类号: P931

文献标志码: A

丹霞地貌诞生,是一种以“类似丹霞山地形”的地貌景观现象来提出<sup>[1]</sup>,目前以“有陡崖的陆相红层地貌”定义丹霞地貌<sup>[2]</sup>。根据黄进先生最新考察统计,目前中国有 1 057 处丹霞地貌<sup>[3-4]</sup>。这个数理统计的尺度是什么? 是一个丹霞的石柱,抑或一大片连绵的丹霞峰林? 是一个完整的丹霞盆地,抑或一个边界明确的行政单位? 红层不全计算在丹霞地貌面积内,那么红层盆地对于丹霞地貌的贡献率到底多大? 这里必须回答,虽然这是一个量的讨论,背后却是质的差异。单元相似性判断的过程就是分区,丹霞地貌怎样与周围其他地貌类别区分,如果不一开始就给单元一些看似人为臆断的边界,以后的研究则不可能有条理,更不可能抬到对比的桌面上<sup>[5-6]</sup>。但是这一个划分标准是什么,有何依据,本

文试作讨论。

## 1 关于丹霞地貌统计单元

### 1.1 现象单元

随着实地考察的不断深入,关于丹霞地貌的数量规模,是一个由少到多再到少的过程。譬如,丹霞山、坪石金鸡岭、齐云山、巢湖中庙、藤县石表山、天山康家石门子、贵州赤水等丹霞地貌,在统计时都作为单独的一处计算。其实从面积规模看,最大和最小面积相差近  $10^5$  的数量级,这种看来不合适的单元划分,是以实地考察地质地貌填图为基础来量算的。这种传统基于人工野外实地调研考察尺度的地貌填图统计方法,为黄进为代表的国内很多区域丹

收稿日期(Received date): 2015-08-31; 改回日期(Accepted): 2015-12-01。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金项目(No. 41371035)和国家科技基础性工作专项(No. 2013FY111900)。[Project supported by the National Nature Science Foundation of China (No. 41371035) and Basic work of the National Science and Technology Special Fund (No. 2013FY1119000).]

作者简介(Biography): 齐德利(1973-),男,宁夏隆德人,博士。研究方向为丹霞地貌。[Qi Deli (1973-), male, born in Ningxia, Doctor and mainly study on Danxia Landform. ]E-mail: qidl@igsnrr.ac.cn

霞地貌学者所采纳。

## 1.2 功能单元

当我们进一步追究这些现象单元时,发现它与周围很多其他相似单元之间有物质和能量的流动,至少是在小尺度( $<10^3\text{ km}^2$ )上,不但属于同一个红层盆地,而且还受同一条主流切割侵蚀,具有相似的景观组合。最明显就有3处,即川南—黔北,面积 $4\,082.5\text{ km}^2$ ,包括四川合江、叙永、古蔺、江安、长宁以及重庆江津和贵州赤水、习水等8县市。赤水市丹霞地貌面积达 $1\,341\text{ km}^2$ 而成为中国县、市丹霞地貌之最。川西南又一大片丹霞面积 $2\,600\text{ km}^2$ ,属犍为、宜宾、荣县、富顺、南溪等5县市。第三块湖南茶永盆地,丹霞地貌面积 $966\text{ km}^2$ ,分属郴州市苏仙区( $68.75\text{ km}^2$ )、资兴( $131.25\text{ km}^2$ )、永兴( $456.0\text{ km}^2$ )、安仁(约 $150\text{ km}^2$ )、茶陵(约 $160\text{ km}^2$ )等5县<sup>[3-4]</sup>。另外陇山周围也有很大一块面积的丹霞地貌区,庆阳、泾川、平凉、华亭、庄浪、张家川以及渭河谷地的天水、武山、甘谷、渭源一带,面积约 $2\,000\text{ km}^2$ <sup>[7]</sup>。从区域旅游联动发展来看,大区域如湖南境内的崀山和广西境内的资源、四川叙永与贵州赤水、湖南郴州宜章与广东乐昌坪石,小尺度如广西北流、容县、藤县、资源、桂平,甘肃平凉、庄浪、华亭、天水等。功能单元的划分更多考虑丹霞地貌景观总体的划分。按照旅游功能地貌学观点,单元即指可以为独立观赏或研究利用的旅游资源基本类型的单独个体,包括“独立型旅游资源单体(如阳元石等丹霞石柱)”和由同一类型的独立单体结合在一起的“集合型旅游资源单体(如万佛山等丹霞群峰)”<sup>[8]</sup>。识别丹霞地貌功能单元,不仅要同一级别对比,更要不同级别多尺度对比,才能把握相对完善的功能单元划分。

## 1.3 几何单元

地貌学从引进GIS技术,尤其是遥感影像分析技术以来,对于象元的讨论基本上在实验室就对实体的丹霞地貌进行了虚拟的单元划分。这样的划分结果可称之为几何单元。尽管任何一位从事这样工作的人都愿意自己的划分最合理有效。但是,只能是一种 $n \times N$ ( $N$ 为 $n$ 的多次幂)的几何单元。即使对于具有明显分形现象的地理事实,这种单元划分也不能达其尽头。这不是说不提倡,而是告诉我们必须注意划分几何单元的尺度问题。杨志等人借助遥感技术对江西省丹霞地貌景观(注意这里追加了景观一词)空间分析,采用TM1-4-7波段合成彩

色影像数据、1:50万地质图、1:20万三维地形模型数据,以及配合局部1:3.6万航片和1:5万三维地形等数据资料,通过分析丹霞地貌在影像上的色彩、阴影、影纹等特征,目视判读、辅助计算机解译,新发现78处丹霞地貌(目前江西省丹霞地貌以203处排全国第一)<sup>[9]</sup>。作者把这样一类单元称为丹霞地貌的几何学划分单元,即几何单元。相信,随着计算机技术发展以及高分辨率影像数据的应用,几何单元的丹霞地貌数量会成倍增加。不同测量单元所对应的红层盆地规模和丹霞地貌面积计算略有差异,但始终趋向一致。

## 2 丹霞地貌面积概算

### 2.1 构造因素对丹霞地貌分布的影响

中国丹霞地貌主要发育在中新生代盆地中的陆相沉积红盆中。陈国达认为红盆是地台活化进入地洼阶段的表象<sup>[10]</sup>。不同地块的基底构造性质和构造线方向不同,中新生代盆地各阶段地质发育特征也有一定的差异,导致部分地块盆地较多,部分地块盆地分布零星,斑块镶嵌。同样,即使在中新生代盆地中,有的发育了丹霞地貌,有的仅有红层而未发育成丹霞地貌。华南褶皱带和秦岭褶皱带(地槽)以及西延部分丹霞地貌分布较多。这与盆地成因、类型以及盆地陆相沉积有关,也与新的地质构造和水系发育有关<sup>[11]</sup>。

陆相盆地具有多物源性、多沉积中心,相带窄,相变快,水域面积小,变化大等特点<sup>[12]</sup>。陆相盆地的搬运营力主要是河流,其沉积体在空间上的规模大小受控于河流的规模,一般来说物源区汇水面积大,盆地规模大,则沉积体规模大。中国陆块面积小,数量多,造成了中国沉积盆地数量多,规模小,分布广的特点。

### 2.2 发育丹霞地貌的地层时代

发育丹霞地貌的时间尺度,尽管最远可以找到晚泥盆统,但是主要的发育红层的时代是中生代到早第三纪(表1)。

燕山期以来的现代板块活动表现为大陆西部压缩造山、东部陆块先压后张,发生“活化”碎裂、造浆、伸展、造盆,出现了向洋分带的格局<sup>[13]</sup>。造成中国丹霞地貌条带展布的主要大断裂系统有:东南区的华夏—滨太平洋型断裂系统,主要包括东南沿海的一系列NE—SW向的断裂带,如丽水—莲花山断

表 1 中国丹霞地貌演化的地质时间尺度<sup>1)</sup>

Tab. 1 Time scale of Danxia Landform development in China

世(统)	时代间距/(Ma. B. P)	距今年龄/(Ma. B. P)	构造运动	发育丹霞地貌地层举例
全新世(统) $Q_4$	2 ~ 3	0.01	喜山运动	甘肃阿克塞红柳沟( $N_2$ ) 兰州安宁大沙沟( $N_1$ ) 宁夏中宁石空寺( $N_1$ ) 西藏冈仁波齐( $E_3 - N_1$ )
更新世(统) $Q_{1-3}$		2 ~ 3		
上新世(统) $N_2$	7 ~ 8	10		
中新世(统) $N_1$	15	25		
渐新世(统) $E_3$	15	40		
始新世(统) $E_2$	20	60	喜山运动	青海西宁北山、南山( $E_3$ ) ; 宁夏中卫寺口子( $E_{2S}$ ) ; 增城新塘镇厦石( $E_1$ )
古新世(统) $E_1$	10	70		
		140		
		154		
晚白垩世(统) $K_2$	70		燕山运动(晚)	晚白垩世丹霞组( $K_2 dx$ ) 紫红色砂砾岩 , 金鸡岭 丹霞山
早白垩世(统) $K_1$				
晚侏罗世(统) $J_3$	55	195	燕山运动(早)	藤县石表山( $K_1$ )  四川江油窦圉山( $J_3$ ) 湖北利川县鱼木寨( $J_2$ )
中侏罗世(统) $J_2$				
早侏罗世(统) $J_1$				
		230	印支运动	崆峒山丹霞地貌三叠系上统延长群 ( $T_{3yn}$ ) ; 山西吉县壶口瀑布( $T_2$ ) ; 峨眉 山两河口( $T_2$ ) ; 山西静乐县净居寺、千佛 洞、洞洼石窟一带丹霞地貌( $T_2$ ) ;
晚三叠世(统) $T_3$	35	280		
中三叠世(统) $T_2$				
早三叠世(统) $T_1$			海西运动	四川峨眉山万年寺二斗岩( $T_1$ ) 山西晋中市大洪山沟口( $P_2$ ) 山西蒲县翠屏山( $P_2$ )
		350		
		375		
晚三叠世(统) $P_2$	50	400	天山运动	西藏日土县班公湖东北( $P_1$ )
早三叠世(统) $P_1$				
晚石炭世(统) $C_3$	70		加里东运动	上泥盆统沙流水群紫红色砂岩( $D_{3sh}$ ) , 甘肃 古浪峡
中石炭世(统) $C_2$				
早石炭世(统) $C_1$				
晚泥盆世(统) $D_3$	50			
中泥盆世(统) $D_2$				
早泥盆世(统) $D_1$				

1) 地质年代根据宋青春、张振春(1998) [14]。

裂、崇安—河源断裂、光泽—武平断裂、宜黄—宁都断裂、抚州—遂州断裂、藤县—北海断裂；西南区的华蓥山—武陵断裂带；西北区主要是昆仑—秦岭的古亚洲型断裂系统，主要是祁连山南缘各大断裂带。伴随大的断裂带，次一级断裂又将带状分布切割成很多离散的块状，而红层物质就镶嵌在一个个张性、压性和剪性盆地中，丹霞地貌镶嵌分布完全可以从中国白垩系—下第三系露头的分布看出(图1) [15-18]。

### 2.3 丹霞地貌发育的物质基础

从早侏罗世以来，中国红层盆地的演变(图2)

有以下几个特点：

1. 红层盆地逐渐破碎化。红层盆地的个数(全国尺度上计算)看，从3个增加到31个。单个盆地的面积平均由  $15 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，下降到  $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。最小的面积斑块也只有  $1\,000 \text{ km}^2$  以下。其中整个白垩纪共41个红层盆地，面积  $1\,628\,754 \text{ km}^2$ ，是发育中国丹霞地貌主要红层建造(表2) [15-18]。

2. 红层盆地的空间位移从西北到东南的变化，直接反映了中国中生代气候的干湿变化和气候带的移动，同样也说明了红层盆地形成的气候条件为相

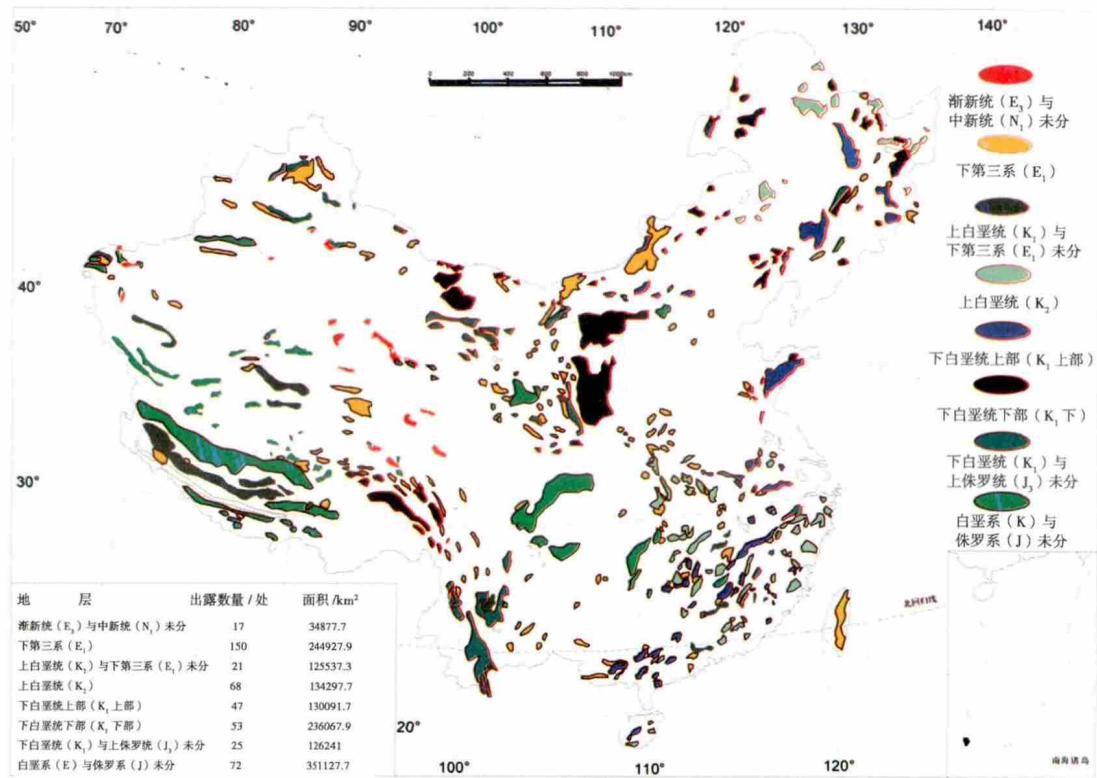


图 1 中国白垩系 - 下第三系露头分布图<sup>[16]</sup>

Fig. 1 Outcrops area form Cretaceous to lower Tertiary red-beds in China

对炎热干旱的气候<sup>[3-4]</sup>。

3. 从红层盆地与露头的分布关系可以看出, 中国红层盆地后期绝大多数改造强烈。

表 2 中国中生代以来红层盆地数量规模特征  
Tab. 2 Characters of Red Basins form Mesozoic Era in China

历时 /( MaB. P. )	盆地 个数	总面积 /( km <sup>2</sup> )	最小面积 /( km <sup>2</sup> )	最大面积 /( km <sup>2</sup> )	平均面积 /( km <sup>2</sup> )
早侏罗世 203 ~ 175	3	451 625	7 095	370 900	150 540
中、晚侏罗世 175 ~ 154 ~ 135	28	1 491 725	1 974	474 700	53 276
早白垩世 135 ~ 96	17	559 728	1 546	157 700	32 925
晚白垩世 96 ~ 65	24	1 069 026	9 81.2	203 100	44 543
早第三纪 65 ~ 23.5	31	1 357 308	2 703	48 390	43 784

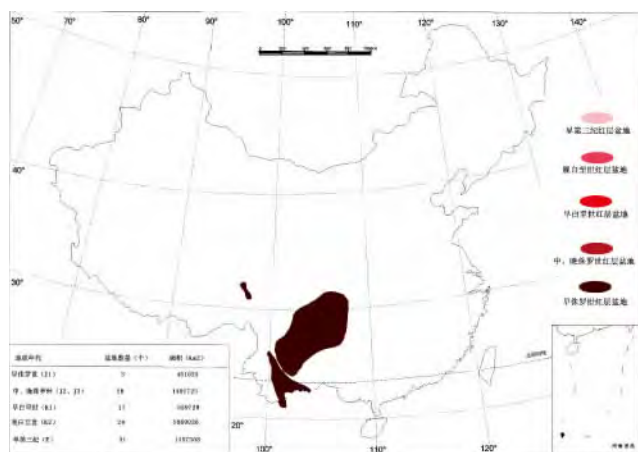
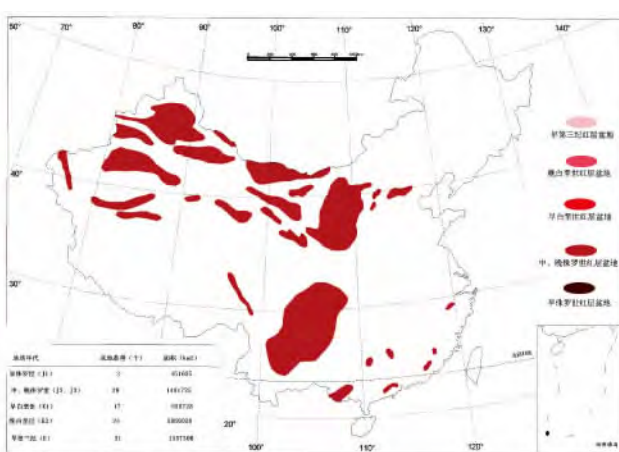
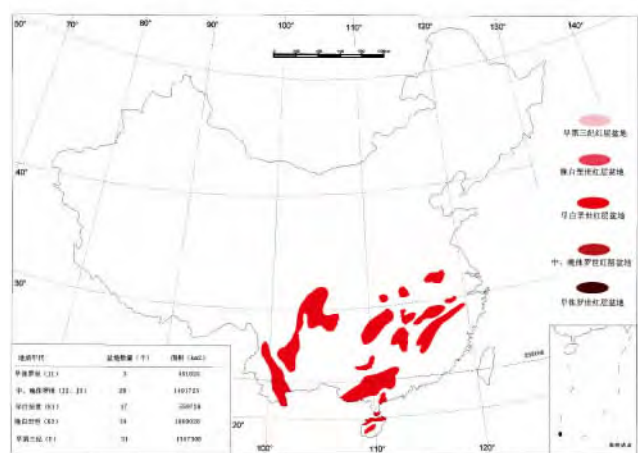
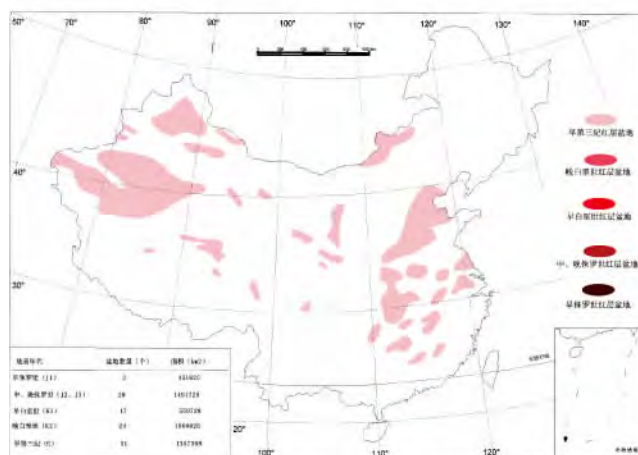
这也一定程度上控制了丹霞地貌发育的规模。如黄进等人统计, 中国最大的丹霞地貌分布区的川南黔北区面积 4 082. 5 km<sup>2</sup>, 最大完整单元赤水也只有 1 341 km<sup>2</sup>。根据中国白垩系 - 下第三系露头面

积统计, 最小的如上白垩统 68 个出露斑块中仅有 147. 8 km<sup>2</sup>, 平均出露面积为 1 975 km<sup>2</sup>, 破碎度为 0. 033 90; 下白垩统露头 100 处, 平均面积 3 661. 6 km<sup>2</sup>, 平均斑块破碎度为 0. 014 15; 下第三系出露 150 块, 平均面积 1 632. 9 km<sup>2</sup>, 破碎度为 0. 091 20。可以概括地说, 中国发育丹霞地貌的单个红层盆地空间面积尺度在 10<sup>3</sup> km<sup>2</sup> 左右, 平均破碎度为 0. 022 99, 其中发育成典型丹霞地貌的面积约占红层盆地的 1/8( 表 3)。

2. 4 中国丹霞地貌面积概算

2. 4. 1 总面积上限

中国丹霞地貌的中生代优势以及陆相沉积特征, 是中国的特色也具有世界代表性。所以论文的红层盆地的分析时间以中生代红层为主( 表 3)。研究表明, 80% 中国丹霞地貌发育的物质基础于红层面积中, 早侏罗世 3 个红盆面积 45. 16 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 中、晚侏罗世 28 个红盆面积 149. 17 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 早白垩世 17 个红盆面积 55. 97 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 晚白垩世 24 个红盆面积 106. 9 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 早第三纪 31 个红盆面积 135. 73 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>( 图 2)。通过作者对粤北坪石红层盆地的实地调查、测量对比分析( 图 3), 发现一般红层盆地建造发育成丹霞地貌的景观贡献率约为

a. 早侏罗世 (J<sub>1</sub>) 红层盆地分布范围b. 中、晚侏罗世 (J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub>) 红层盆地分布范围c. 早白垩世 (K<sub>1</sub>) 红层盆地分布范围d. 晚白垩世 (K<sub>2</sub>) 红层盆地分布范围

e. 早第三纪 (E) 红层盆地分布范围

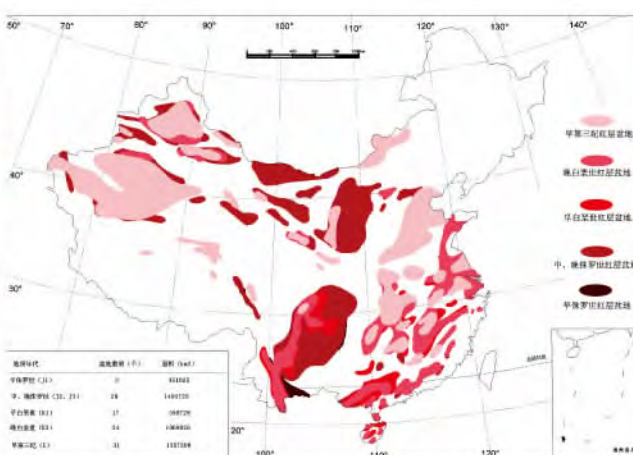
f. 中国中生代以来 (J<sub>1</sub> - E) 红层叠置分布概况图2 中国中生代以来红层盆地分布范围演变过程 1985<sup>[16]</sup>

Fig. 2 Tempo-spatial variations of red basins from Mesozoic Era in China



表 3 中国白垩系 - 下第三系露头斑块特征

Tab.3 Patch characteristics of outcrops area form Cretaceous to lower Tertiary red-beds

露头斑块程度	露头斑块数量/个								总计
	K <sub>2</sub> 与 E <sub>1</sub> 未分	K <sub>2</sub>	K <sub>1</sub> 下部	K <sub>1</sub> 上部	K <sub>1</sub> 与 J <sub>3</sub> 未分	K 未分	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub> 与 E <sub>2</sub> 未分	
	21	68	47	53	25	72	150	17	
总面积( km <sup>2</sup> )	125 537	134 298	130 092	236 068	126 241	351 128	244 928	34 878	1 383 169
最小斑块面积( km <sup>2</sup> )	444. 7	147. 8	167. 5	278. 2	1037	238. 4	169. 9	411. 4	361. 86
最大斑块面积( km <sup>2</sup> )	53 240	9 478	19 870	59 020	32 900	91 280	22 730	6 889	36 926
平均斑块面积( km <sup>2</sup> )	5 978	1 975	2 767. 9	4 454. 1	5 049. 6	4 876. 8	1 632. 9	2 051. 6	3 598. 24
破碎度( F )	0. 003 3	0. 033 9	0. 016 6	0. 011 7	0. 004 8	0. 014 6	0. 091 2	0. 007 8	0. 022 99

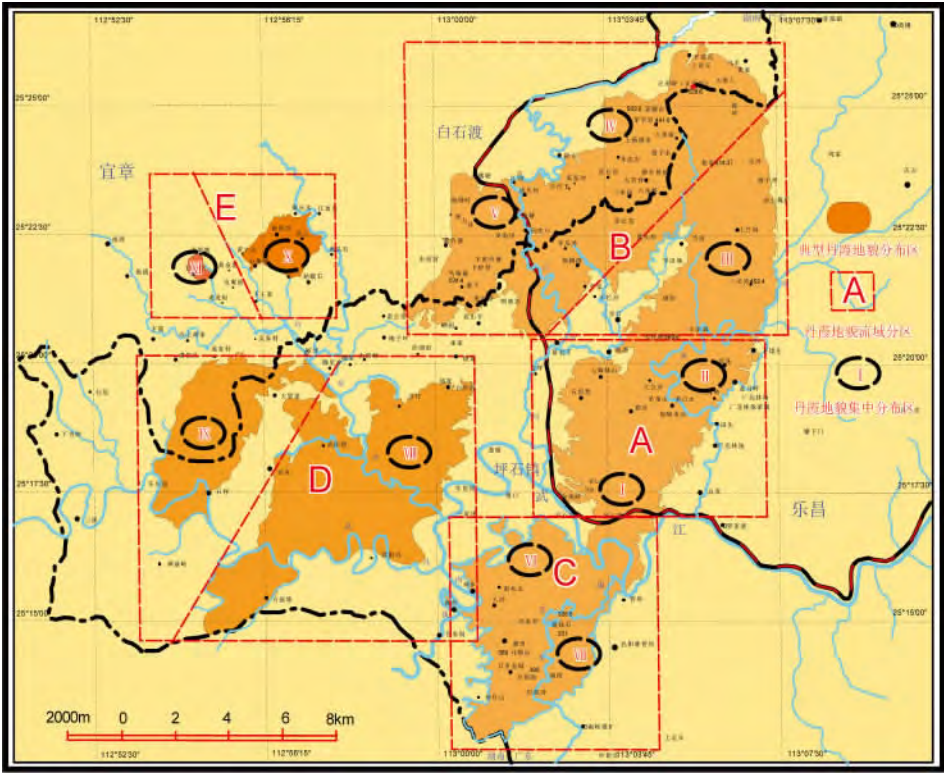


图 3 粤北坪石红层盆地中的丹霞地貌分布示意

Fig.3 Danxia distribution in Pingshi red basins in Northern Guangdong

6.5%。坪石红层盆地位于粤北乐昌和湘南宜章境内,与白石渡红层相连,两者属于一个盆地,发育 10 处典型丹霞地貌(表 4),总面积约 104 km<sup>2</sup>,但红层盆地总面积超过 1 600 km<sup>2</sup>。红层盆地丹霞地貌景观贡献率约 6.5%。可以计算,早侏罗世红层发育的丹霞地貌面积为 2.9 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>,中、晚侏罗世红层发育的丹霞地貌面积为 9.7 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>,早白垩世红层发育的丹霞地貌面积 3.6 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>,晚白垩世红层发育丹霞地貌面积 6.9 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>,早第三纪红层发育的丹霞地貌面积 8.8 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>,这样统计中国丹霞地貌的总面积为 32 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>,这是中国丹霞地貌总面积的上限。

2.4.2 基本面积数据

典型丹霞地貌以出露岩层统计更为合适。作者在粤北坪石红层盆地统计发现,白垩纪出露地层丹霞地貌面积中典型(发育完好)的丹霞地貌面积比重为 16%(图 3)。这还是在最容易发育典型丹霞的中生代晚期地层,所以,其他出露地层发育典型丹霞地貌的规模应更少。作者对中国发育丹霞地貌最多的白垩系和下第三系地层露头统计发现,白垩系一共有 286 处露头,总面积 1 103 363 km<sup>2</sup>(其中发育典型丹霞地貌最多的上白垩统出露 68 处,总面积 134 297.7 km<sup>2</sup>,下白垩统上部出露 47 处,总面积 130 091.7 km<sup>2</sup>,下白垩统下部出露 53 处,总面积 236 067.9 km<sup>2</sup>),下第三系出露 167 处,总面积 279 805.6 km<sup>2</sup>(图 1)。按照在坪石盆地的经验贡献

表 4 粤北湘南坪石红层盆地发育丹霞地貌规模

Tab.4 Area of Danxia landform in Pingshi red basins in Northern Guangdong

编号	山 名	位 置	面积/( $\text{km}^2$ )	红岩时代、岩性	形态特征
1	金鸡岭	乐昌县坪石镇东北侧	17.2	E 砂岩	丹峰、赤壁
2	廊头寨	乐昌县坪石镇东北 5 km	60.0	E 砂岩、灰砾岩	丹峰、深切曲流
3	金鸡岭	乐昌县长来乡南东 4 km	> 1.0	$K_2$ 砂砾岩	丹峰
4	肥岗寨	乐昌县坪石镇南西 2.7 km	12.5	$K_2$ 砂岩	丹峰、深切曲流
5	姐妹石	乐昌县坪石镇南 4.5 km	约 2.0	$K_2$ 砂岩	丹峰
6	万古金城	乐昌县坪石镇南南西 6.5 km	约 1.5	$K_2$ 砂岩	丹峰、赤壁
7	三溪	乐昌县北部三溪乡附近	< 1.0	$K_2$ 砂岩	丹霞深切曲流
8	八角寨	宜章县白渡镇东 6 km	3 ~ 4.0	$K_2$ 砂砾岩	丹峰、赤壁
9	黄竹岱	宜章县西南 4.5 km	0.6	$K_2$ 砂砾岩	丹峰、赤壁
10	挂榜岱	宜章县南南东郊	约 4.0	$K_2$ 砂砾岩	赤壁、岩丘
合计			104		
坪石红层盆地总面积			约 1 600		

1) 丹霞地貌景观贡献率 6.5% ,数据来源:黄进. 中国丹霞地貌简表(1948—2016) [3-4]。

率计算,中国白垩系至下第三系能发育典型丹霞地貌的面积为  $221\ 306\ \text{km}^2$ , 约合  $22 \times 10^4\ \text{km}^2$ , 这是当前中国丹霞地貌的基本面积数据。

### 3 结 论

发育中国丹霞地貌的物质建造 80% 以上主要来自中生代的陆相红层。从早侏罗世以来,中国红层盆地的演变具有三个特征:逐渐破碎化,以白垩纪最分散、发育丹霞地貌最多;空间位移从西北到东南的推进,反映了中生代气候的干湿变化和气候带移动规律,说明红层盆地形成的气候条件为相对炎热干旱的气候;中国红层盆地后期绝大多数改造强烈,这也一定程度上控制了丹霞地貌发育的规模,发育丹霞地貌的单个红层盆地空间面积尺度在  $10^3\ \text{km}^2$  左右,其中发育成典型丹霞地貌的面积约占红层盆地的 1/8。

通过对广东省对比分析,发现红层盆地建造发育成丹霞地貌的贡献率为 6.5%。考虑典型丹霞地貌以出露岩层统计更为合适,根据在坪石红层盆地实测数据分析与检验发现,白垩纪出露地层丹霞地貌面积中典型(发育完好)的丹霞地貌面积比重为 16%。通过对中生代红层盆地范围及岩层露头规模,用 GIS 面积分析计算统计和实地抽样调查对比验证分析,得出的丹霞地貌 ( $32 \times 10^4\ \text{km}^2$ ) 和典型丹霞地貌 ( $22 \times 10^4\ \text{km}^2$ ) 的面积数字是一个计算参照,仅仅给出了中国丹霞地貌大致的面积分布,也是仅仅依靠红层盆地的范围和岩层露头规模大小为计算依据的一次尝试,肯定还有遗漏或者计算误差。尤

其从原始的红层范围通过实地调查的经验得出的丹霞地貌生成概率,的确仅仅是一个统计的概算,是对目前已知丹霞地貌中的一半左右实地考察、实测计算之后,得出的一个经验常数。

我们知道,地貌体不是一个完全脱离周边环境的事物,恰恰正是与周围水系、植被、甚至与不同地层岩性物质造成的景观相互交织、融合在地貌造景上更是映衬和互补。这样说来,更不能把一个面积严格框定在一个数值。而且地貌发育过程是一个时间函数,随着丹霞地貌自身发育的阶段性的出现偏差,考虑气候—构造—地貌相互耦合作用的结果,典型丹霞地貌随着时间的推移,增加和减少的面积将达到一个平衡。统计全部空间范围内丹霞面积,基本稳定在  $20 \times 10^4\ \text{km}^2$  (二者平均值) 左右,这就是中国丹霞地貌面积基础数据。

就目前 1 057 处丹霞地貌的实际测量面积而言,还不到总面积的三分之二。说明中国区域丹霞地貌的调查与研究还有很多未知领域,需要我们进一步探究。

### 参考文献(References)

- [1] Kuota Chan. On the Subdivisions of the Red Beds of South - Eastern China[J]. Bulletin of the Geological Society of China, 1939, 18(3/4): 301 - 321
- [2] 黄进, 陈致均. 丹霞地貌定义及分类中一些问题的探讨[J]. 经济地理, 2003, 23(增刊): 6 - 11 [Huang Jin, Chen Zhijun. The Discussion on the Definition and Classification to Danxia Landform[J]. Economic Geography, 2003, 23(suppl.): 6 - 11]
- [3] 黄进, 陈致均, 齐德利. 中国丹霞地貌分布(上)[J]. 山地学报, 2015, 23(4): 385 - 396 [Huang Jin, Chen Zhijun, Qi Deli. Study on Distribution of Danxia Landform in China(First)[J]. Mountain Research, 2015, 23(4): 385 - 396]

- [4]黄进,陈致均,齐德利.中国丹霞地貌分布(下)[J].山地学报,2015,23(6):640-648 [Huang Jin, Chen Zhijun, Qi Deli. Study on Distribution of Danxia Landform in China( Last) [J]. Mountain Research, 2015, 23(6): 640-648]
- [5]理查德·哈特向著.叶光庭译.地理学的性质[M].北京:商务印书馆,1996:508,47 [Richard Hartshorne. The Nature of Geography: A Critical Survey of Current Thought in the Light of the Past [M]. Beijing: The Commercial Press, 1996: 508, 47]
- [6]大卫·哈维著.高泳源,刘立华,蔡运龙译.地理学中的解释[M].北京:商务印书馆,1996:507 [David Harvey. Explanation in Geography [M]. Beijing: the Commercial Press, 1996: 507]
- [7]齐德利,肖星,陈致均.甘肃省丹霞地貌空间分析及旅游开发布局研究[J].地理与地理信息科学,2003,19(3):88-93 [Qi Deli, Xiao Xing, Chen Zhijun. Spatial analysis and tourism developmental layout on Danxia landscape in Gansu Province [J]. Geography and Geo-Information Science, 2003, 19(3): 88-93]
- [8]Qi Deli, Yu Rong, Zhang Renshun, et al. Comparison study on Danxia landform in China [J]. Journals of Geographical Sciences, 2005, 15(3): 337-345
- [9]杨志,郭福生,刘林清.基于MapGIS的江西省丹霞地貌信息系统设计与开发[J].测绘与空间地理信息,2006,29(1):64-66 [Yang Zhi, Guo Fusheng, Liu Linqing. Research and realization of Danxia landform information system of Jiangxi Province Based on MapGIS [J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2006, 29(1): 64-66]
- [10]彭华.中国红石公园——丹霞山[M].北京:地质出版社,2004:1-120 [Peng Hua. Danxiashan - The red stone park of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004: 1-120]
- [11]俞锦标,杨剑明,王祥,申屏.构造盆地与丹霞地貌[J].经济地理(增刊),1996:115-121 [Yu Jinbiao, Yang Jianming, Wang Xiang, Shen Ping. Tectonic Basins and Danxia Landforms [J]. Economic Geography, 1996, 14(suppl.): 115-121]
- [12]童亨茂,曹代勇,秦红.中国沉积盆地复杂性的表现形式及其成因剖析[J].地质力学学报,2004,10(2):146-154 [Tong Hengmao, Cao Daiyong, Qin Hong. Complexity causes explanation and characteristics analysis of oil and gas distribution in the sedimentary basins of China [J]. Journal of Geomechanics, 2004, 10(2): 146-154]
- [13]程裕淇.中国区域地质概论[M].北京:地质出版社,1994:461-466;474-475 [Chen Yuqi. Regional Geology of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994: 461-466; 474-475]
- [14]宋青春,杨振春.地质学基础[M].北京:高等教育出版社,1996:355 [Song Qingchun, Yang Zhenchun. Basic Geology [M]. Beijing: Higher Education Press, 1996: 355]
- [15]王鸿祯.中国古地理图集[M].北京:地图出版社,1985:97-142 [Wang Hongzhen. Atlas of the palaeogeography of China [M]. Beijing: Cartographic Publishing House, 1985: 97-142]
- [16]中国地质科学院.中国地层1——中国地层概论[M].北京:地质出版社,1982. [Chinese Academy of Geological Sciences. Stratigraphy of China (No. 1): An Outline of the Stratigraphy in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1982.]
- [17]王思恩,程政武,王乃文,等.中国地层11——中国的侏罗系[M].北京:地质出版社,1985:1-332 [Wang Sien, Cheng Zhengwu, Wang Naiwen et al. Chinese Strata (No. 11): The Jurassic of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1985: 1-332]
- [18]Hao Yichun, Su Deying, Yu Jingxian, et al. Chinese Strata (No. 12): The Cretaceous of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1986: 1-284 [郝诒纯,苏德英,余静贤,等.中国地层12——中国的白垩系[M].北京:地质出版社,1986:1-284]

## Estimate Area of Danxia Landform in China

——an empirical research on Pingshi Red-beds Basin in Northern Guangdong

QI Deli, YAN Ming, YAN Dan, LI Bingyuan

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources of Research, CAS, Beijing, 100101, China)

**Abstract:** It is very representative in the world that Danxia Landform in China with mainly formed from Mesozoic layers, such as red-coloured sandstones and conglomerates so on, which almost from continental sedimentary feature. Based on spatial overlay analysis, compared with field survey test, firstly this paper calculated the area of red beds in different periods and different sizes. Three red basins in the Middle Jurassic an area of  $45.16 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 28 red basin in middle and late Jurassic of  $149.17 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 17 red basins in early Cretaceous of  $55.97 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 24 red basins in Late Cretaceous of  $106.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ , and 31 red basins in early third century of  $135.73 \times 10^4 \text{ km}^2$ . Through analysis of field measurement and comparison form Pingshi Red-beds basin, the landscape contribution rate is about 6.5%, from red beds to Danxia landform. So the total area of Danxia landform of China is about  $32 \times 10^4 \text{ km}^2$ . Consider the climatic and tectonic and landform interaction results, during the Danxia landform development stage of the deviation, the area of classical Danxia landform will reach a balance and maintained at  $20 \times 10^4 \text{ km}^2$ . It is the basic area data of Danxia landform in China.

**Key words:** Danxia landform; red beds basin; landscape contribution rate; area; Pingshi; China