

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2019.03.018

# 青海丹霞地貌的分布、特征及演化

保广普,刘春娥,黄广文

(青海省青藏高原北部地质过程与矿产资源重点实验室,青海省地质调院,青海 西宁 810012)

**摘要:**中国丹霞地貌发育,主要分布在西南、东南和西北3个片区。东南和西南地区丹霞地貌研究成果颇丰,但对西北地区丹霞地貌的研究不足。青海省丹霞地貌属中国丹霞地貌西北片区,青海丹霞地貌分布广,类型丰富,色泽鲜艳,具有极高的科研价值和美学观赏价值。笔者通过“西北地区重要地质遗迹调查(青海)”项目的实施,用3年时间对省内丹霞地貌做了详细调查研究。青海丹霞地貌分布在东部黄河流域、南部澜沧江流域、西部柴达木盆地周边的部分地区和东北部黑河流域。丹霞地貌具有“顶平(斜)、身陡、麓缓”、色泽鲜艳、类型多样的特征;成景地层为白垩系、古近系和新近系;所处气候区分为干旱区、半干旱区和半湿润区;丹霞地貌造型奇特,具有高原干旱区粗狂的美感,处于待开发状态,交通便利。研究青海省丹霞地貌的分布、特征及演化将对了解和认识西北地区丹霞地貌具有重要意义,同时对于青海省以丹霞地貌为主题的地质公园申报、建设和旅游开发具有重要意义。

**关键词:**丹霞地貌;分布;特征;演化;调查研究;青海省

中图分类号:P66

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2019)03-0199-10

## Distribution, Characteristics and Evolution of Danxia Landform in Qinghai

BAO Guangpu, LIU Chun'e, HUANG Guangwen

(The Northern Qinghai-Tibet Plateau Geological Processes and Mineral Resources Laboratory,  
Qinghai Geological Survey Institute, Xining 810012, Qinghai, China)

**Abstract:** The Danxia landform is well developed in China, which is distributed in the Southwest of China, the Southeast of China and the Northwest of China. The research of Danxia landforms in Southeast China and Southwest China are quite fruitful, but the ones in Northwest China are insufficient. The Danxia landform of Qinghai province specially is located in Northwest China, with widely distribution, rich types and bright colors, having high scientific research value and aesthetic appreciation value. Through the implementation of the “Investigation of Important Geological Relics in Northwest China (Qinghai)” project, a detailed investigation on the Danxia landform of Qinghai province has been conducted in three years. The Danxia landform of Qinghai province is mainly distributed in the Guide basin and Xining basin of the Yellow river drainage basin in east, the Angsai area in Zadoi County of Lancang river drainage basin in south, the Qaidam

收稿日期:2018-12-20;修回日期:2019-05-20

基金项目:中国地质调查局“西北地区重要地质遗迹调查(青海)属全国重要地质遗迹调查与保护研究子项目”(12120115052501)

作者简介:保广普(1970-),男,高级工程师,长期从事区域地质调查和地质遗迹调查工作。E-mail:2433321421@qq.com

basin in west and the Zhuoer mountain in Qilian County of Heihe river drainage basin in north-east. The Danxia landform in Qinghai province has typical characteristics of flat top or slope, steep body, slow foot. They are occurred in Cretaceous, Paleogene and Neogene strata, and most of them are located in a semi-arid climate zone, and few in arid and semi-humid climate zone. Based on the different exogenous forces at various evolution stages, the Danxia landform there can be divided into four stages: infancy, youth, middle age and manhood. The infancy closely related to structure and water erosion, while the youth, middle age and manhood are closely related to physical weathering and rainwater scour. The Danxia landform in Qinghai province is well preserved and under development, meanwhile Qinghai has convenient transportation. The study on distribution, characteristics and evolution of the Danxia landform in Qinghai province will be of great significance to the application, construction and tourism development of geoparks with the Danxia landform as the theme.

**Keywords:** Danxia landform; distribution; features; evolution; investigation; Qinghai Province;

丹霞地貌是中国地质学家和地貌学家提出并被中外学者接受的科技术语,有着严格的科学定义(崔海亭,2017)。丹霞地貌分广义和狭义。丹霞地貌(狭义)是燕山运动中在构造活动带形成的陆相红色碎屑岩建造,经喜山运动挤压抬升和强烈风化剥蚀造就“色如渥丹,灿如明霞”的丹崖赤壁为典型代表的地貌类型(赵汀,2014)。丹霞地貌是以广东丹霞山为代表而命名的一种特殊地貌类型,系由陆相红色砂砾岩构成的赤壁丹崖群地貌(郭福生,2011)。丹霞地貌的研究从1928年冯景兰先生开始至20世纪80年代,经中国地学工作者广泛深入的调查研究,认为丹霞地貌的形成、演化取决于地质构造、岩石组分和结构、气候条件三要素,而最重要的控制条件是地质构造背景(赵汀,2011)。

丹霞地貌在中国已发现780多处,主要分布在3个片区。东南部湿润低海拔-峰丛-峰林型丹霞、西南部湿润高原-高原-山地-峡谷型丹霞和西北部高寒-干旱山地型丹霞(赵汀,2011)。而青海省丹霞地貌属西北部高寒-干旱山地型丹霞片区,笔者经3年的调查发现,青海省丹霞地貌根据所处气候区的不同分为3个片区,分别为青海南部半湿润气候的澜沧江流域片区、青海东部半干旱的黄河-黑河流域片区和青海西北部干旱的柴达木周缘片区。青海省丹霞地貌具有分布面积广、类型丰富、造型奇特、色泽鲜艳、保存完好的特征。与中国南方的丹霞地貌既有相同点,又有不同之处。红层形成后,同青藏高原一起遭受了地壳抬升、断层和节理切割、流水侵蚀及其他风化剥蚀作用而形成如今的丹霞地貌

(刘鑫,2018)

## 1 丹霞地貌分布与特征

青海省丹霞地貌主要分布在青海东部黄河流域、南部澜沧江流域、东北部黑河流域和柴达木盆地周缘。地层时代从白垩纪、古近纪、新近纪均有出露。其中,东部黄河流域丹霞地貌集中分布,面积大,数量多,类型丰富,造型逼真,色泽鲜艳,具有“顶平(斜)、身陡、麓缓”的特征,主要在黄河北岸的贵德县阿什贡、尖扎县坎布拉、乐都县裙子山、西宁南山、北山、循化县积石镇、化隆县谢家滩、湟中县群加乡、湟源县日月乡、同德县河北乡一带;其次为南部杂多县昂赛一带、东北部祁连县卓尔山一带以及柴达木周缘的都兰县宗家乡和大柴旦镇饮马峡一带(图1)。由于青藏高原在隆升过程中构造运动强烈,断裂发育,差异性地块升降造成丹霞地层分布在不同的海拔高度,从1700~3800m均有分布。

根据《地质遗迹调查规范》分类,将丹霞地貌归为地貌景观地质遗迹大类,岩土体地貌类,碎屑岩地貌亚类。

青海省丹霞地貌具有色泽鲜艳、造型奇特、类型丰富、保存完整、交通便利等特征。丹霞地貌类型分为正地貌、负地貌。正地貌主要以丹霞方山、崖壁、峰丛、石墙、石柱、残峰孤丘、彩色山丘等为主;负地貌以峡谷、洞穴(竖状洞穴、蜂窝状洞穴)、岩槽、穿洞、天生桥为主。丹霞地貌不是单一存在,往往由多个类型组合在一起,构成以某种类型为主的复合型地貌。

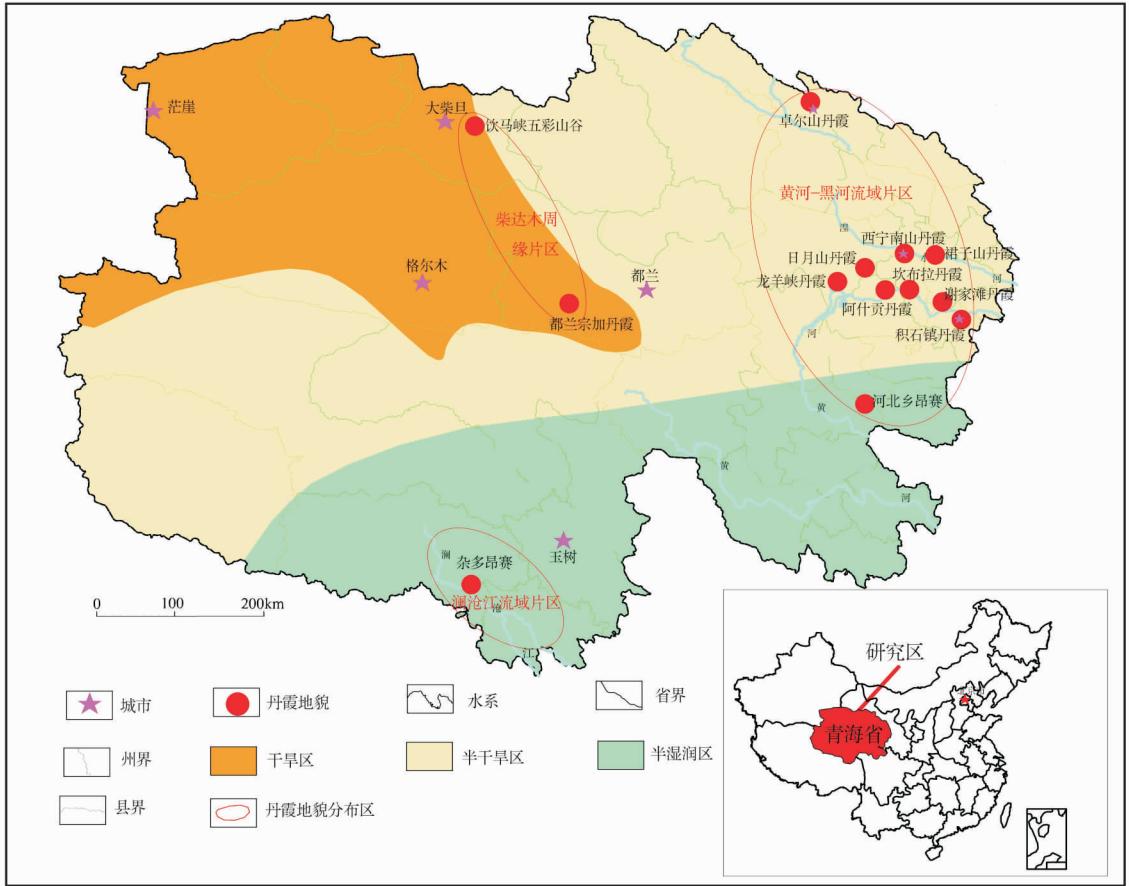


图1 青海省丹霞地貌分布图

Fig. 1 Distribution of Danxia landforms in Qinghai Province

南方地区丹霞地貌演化旋回分为幼年期、青年期、壮年期、老年期、衰亡期 5 个阶段(彭华,2002;郭福生等,2012)。而青海省丹霞地貌的演化阶段不同于南方地区,经研究发现青海省丹霞地貌演化可见 4 个阶段,分别为幼年期、青年期、中年期和老年期。西宁南、北山为幼年期丹霞地貌;祁连县卓尔山、乐都县裙子山为青年期丹霞地貌;贵德县阿什贡、尖扎县坎布拉、循化县积石镇、化隆县谢家滩、湟中县群加、湟源县日月乡、同德县河北乡等为中年期丹霞地貌;都兰县宗加、杂多县昂赛、大柴旦镇饮马峡为老年期丹霞地貌。

### 1.1 幼年期丹霞地貌分布及特征

幼年期丹霞地貌位于西宁市湟水河两岸的南山,北山一带,属于半干旱气候区。南山丹霞地貌南北长 200 m,高 20~50 m,崖壁陡峭,几乎直立,面积为 1.5 km<sup>2</sup>。丹霞地貌以方山、崖壁、岩槽等为主(图 2)。丹霞方山岩层近于水平,根部相连,顶部分

开,高度相近,整体上保持较为连续的原始剥夷面。方山之间因构造作用和后期雨水冲蚀形成沟谷,陡峭崖壁上因差异风化呈叠板状岩槽;北山丹霞地貌主要以崖壁、崩塌堆积地貌为主。组成丹霞地貌的岩性以石膏泥岩→泥岩夹石膏岩→砂砾岩、砂岩与



图2 丹霞方山、崖壁、岩槽地貌

Fig. 2 Danxia mesa, cliffs, rock troughs

泥岩互层,其顶部被第四纪黄土覆盖。丹霞地貌为砖红色,其中发育2组断裂,先期断裂为北西向,后期断裂为北北东向。后期构造截切先期构造,为丹霞地貌的形成准备了构造条件,后期由于雨水冲刷和物理风化作用形成了丹霞方山、崖壁、岩槽以及崩塌等地貌类型。

## 1.2 青年期丹霞地貌分布及特征

青海省青年期丹霞地貌主要分布在海东市乐都县碾伯镇裙子山和海北州祁连县八宝镇卓尔山等地,具体分布在湟水河谷和八宝河谷北侧。在河流的下切作用下,山顶保持着山原面,正地貌以方山为主,负地貌为峡谷和巷谷。属于半干旱气候区丹霞地貌。

### 1.2.1 卓尔山丹霞地貌

位于海北州祁连县八宝镇卓尔山一带,面积约30 km<sup>2</sup>,丹霞地貌特征主要以方山、崖壁(图3)、彩色山丘和巷谷、峡谷、岩槽为特色。

成景地层为2部分,主要为下白垩统河口群下沟组和新近系上新统疏勒河组。下白垩统河口群下沟组不整合于侏罗系之上,与上覆新近系上新统疏勒河组为断层接触。下白垩统河口群下沟组由一套鲜红色、砖红色砾岩、含砾砂岩、粉砂岩、砂质泥岩组成。卓尔山丹霞地貌区发育2组构造,先期为北西



图3 祁连丹霞崖壁、方山、石柱、岩槽地貌

Fig. 3 Qianlian Danxia Cliff, Fangshan, Stelae, and rock trough

向为主断裂,后期断裂为北东向。后期构造截切先期构造,为丹霞地貌的方山、崖壁、峡谷、巷谷形成准备了构造条件。

### 1.2.2 乐都裙子山丹霞地貌

位于海东市乐都县碾伯镇一湟水河北岸,面积为1 km<sup>2</sup>。丹霞地貌特征以顶平、身陡、麓缓为主要特征(图4),整体地貌表现为方山,单体地貌发育宫殿式廊柱、岩槽等。其形态组合近观似古希腊殿堂外围廊柱,宏伟、壮观,远观似一条漂亮的百褶裙,当地人形象的称之为“裙子山”。



图4 乐都丹霞为顶平、身陡、麓缓,宫殿式廊地貌

Fig. 4 Ledu Danxia is a top-flat, steep, relief, and palace-style gallery landform

成景地层为古近纪时期形成的土黄-紫红色碎屑岩,岩层近于水平。第四系马兰组黄土层不整合于其上。主要岩性为下部为一套厚层状、中薄层状,单层厚度为8~60 cm的灰紫色、紫红色岩屑石英砂岩、粉砂岩;上部为一套紫红色中厚层、厚层状泥岩夹中层、中厚层细粒、粉砂质石英砂岩、长石石英砂

岩、岩屑石英砂岩(青海省地质调查院岩矿鉴定中心,2016)。受喜山构造抬升运动的影响,由于断裂活动、河流下蚀以及风化剥蚀作用形成乐都裙子山丹霞地貌。

## 1.3 中年期丹霞地貌分布及特征

中年期丹霞地貌主要分布在海东地区的黄河流

域,在贵德县的阿什贡、尖扎县的坎布拉、循化县的积石镇、化隆县的谢家滩、同德县的河北乡等地均有发育。中年期丹霞地貌的特征为:黄河河谷地带接近侵蚀基准面形成丹霞峰林地貌,距河谷较远的两岸山谷中形成峰丛、方山、石柱、巷谷、洞穴、顺层凹槽等。

### 1.3.1 坎布拉丹霞地貌

坎布拉丹霞地貌位于海南藏族自治州尖扎县坎布拉镇的黄河两岸,面积为 154 km<sup>2</sup>,属半干旱气候区,现为尖扎坎布拉国家地质公园。

丹霞地貌特征以正地貌丹霞方山、崖壁、峰丛、峰林(图 5)、石墙为主;负地貌以顺层凹槽、竖状洞穴、蜂窝状洞穴、峡谷为主。另外,还可见到上白垩统民和组与新近系咸水河组为平行不整合面地质遗迹。坎布拉丹霞地貌以复合型地貌为主。丹霞方山上多见崖壁、蜂窝状洞穴、顺层凹槽等组合地貌。坎布拉丹霞地貌具典型的“顶平、身陡、麓缓”的特征。同时,丹霞地貌倒映在黄河中形成碧水丹山的景象,极具观赏性。



图 5 坎布拉丹霞峰林地貌

Fig. 5 Cambra Danxia peak forest

成景地层有 2 套。其一为上白垩统民和组,岩性主要为浅棕红色巨厚层状含粉砂泥岩、巨厚层状含砾不等粒石英砂岩、棕黄色巨厚层状砂砾岩夹灰绿色薄层状长石石英砂岩及灰白色薄层状泥灰岩、浅棕红色巨厚层状中砾岩;其二为新近系咸水河组,岩性主要为棕红色含砾砂岩、砂砾岩和含粉砂钙质泥岩及临夏组一套紫红色细碎屑岩及灰白色泥灰岩。上白垩统民和组与新近系咸水河组为平行不整合接触;新近系咸水河组与临夏组为整合接触。

### 1.3.2 贵德县阿什贡丹霞地貌特征

阿什贡丹霞地貌位于青海省海南藏族自治州贵德县阿什贡,黄河北岸,现为贵德国家地质公园,面积为 124 km<sup>2</sup>,属半干旱气候区。丹霞地貌特征为峰丛、崖壁、石墙、石柱、垂直沟槽、彩色山丘(图 6)等地貌形态。彩色山丘在其风化的过程中形成绚丽多彩的条带状山体或峰丛,故被冠为“七彩峰丛”。红层经过剧烈构造运动和各种外营力作用,纵向上形成阶梯状,横向上岩体遭受节理切割呈宫殿或廊柱;象形石由红色碎屑岩经过差异风化剥蚀、崩塌后形成飞禽走兽、或人、或物等景观;构造裂隙经侵蚀或差异风化作用形成顺层凹槽或竖状洞穴。蜂窝状洞穴由差异风化作用使崖壁上砾石脱落形成密集、大小悬殊的洞穴。



图 6 阿什贡丹霞峰丛地貌

Fig. 6 Ashigong Danxia Peak Cluster

成景地层主要为新近系咸水河组及临夏组,二者为整合接触,与下伏地层化隆岩群灰绿色黑云石英片岩呈角度不整合接触。咸水河组岩性主要为含砾砂岩、砂砾岩和含粉砂钙质泥岩。砾石磨圆度差,临夏组岩石组合从下到上大致可分 3 个岩石组合。分别为下部杂色块层状复成分砾岩、砂砾岩、含砾粗砂岩夹细砂岩、粉砂岩;中部基本层序为薄层或块层状泥岩、粉砂岩夹层状或透镜状砂砾岩;上部为碎屑岩、泥岩,砾岩、砂砾岩与泥岩、粉砂岩(夹层)形成的多旋回地层。

### 1.3.3 同德县河北乡丹霞地貌特征

同德县河北乡丹霞地貌位于海南藏族自治州同德县河北乡黄河北岸,丹霞地貌发育良好,造型奇特、形态多样,观赏性强、交通便利。分布面积为 5 km<sup>2</sup>,属半湿润气候区。

丹霞地貌特征为顶平(斜)、身陡、麓缓的典型的

丹霞地貌景观。正地貌主要有丹霞方山、石墙、峰丛(图7)、残峰、石柱、崩塌堆积等;负地貌形态主要有峡谷(图8)、竖状洞穴、顺层凹槽、蜂窝状洞穴等。成因为先期构造作用产生裂隙,后期雨水冲刷、风化剥蚀、重力崩塌、溶蚀崩塌、差异性风化等作用形成。

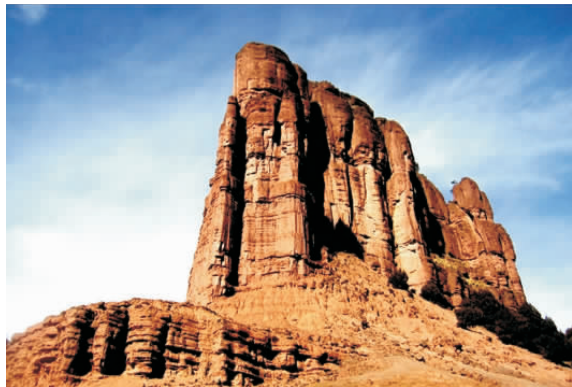


图7 同德河北乡丹霞峰丛地貌

Fig. 7 Danxia Peak Cong, Hebei township, Tongde

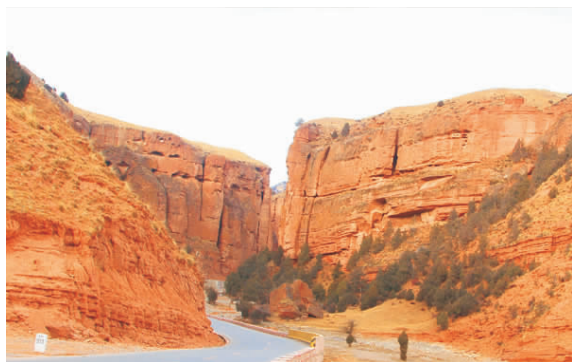


图8 河北乡丹霞峡谷地貌

Fig. 8 Hebei Danxia Canyon

成景地层由古近系一新近系西宁组砂砾岩组成,为一套陆相碎屑岩沉积,主要岩石组合为紫红色砾岩、含砾粗砂岩夹砂岩、粉砂岩,偶夹有石膏薄层,岩石组合相对稳定。

#### 1.3.4 循化积石镇丹霞地貌

循化积石镇丹霞地貌位于青海省海东市循化县积石镇黄河两岸,黄河切穿新近系向东流去,清澈的黄河水倒映着紫红色的丹霞山峰,形成名副其实的碧水丹山。丹霞正地貌有峰丛(图9)、方山、崖壁、石柱等;负地貌有嶂谷、竖状洞穴、顺层凹槽、洞穴等,面积约15 km<sup>2</sup>,属半干旱气候区。



图9 循化丹霞峰丛地貌

Fig. 9 Xunhua Danxia peak cluster

循化县积石镇丹霞地貌成景地层由下白垩统河口群棕红色砂砾岩和新近系中新世咸水河组的砖红色、橙色、青灰色以及白色等不同颜色的砂砾岩、砂岩、亚黏土层等组成。二者为平行不整合接触,地层近于水平,垂直节理发育,由先期构造作用、后期流水侵蚀、冲刷、风化剥蚀作用形成。

#### 1.4 老年期丹霞地貌分布及特征

老年期丹霞地貌主要分布在南部地区的澜沧江流域的河谷、支谷地带和柴达木盆地边缘。老年期丹霞地貌原始山原面不存在,单体地貌以到达侵蚀基准面形成河谷平原、红层丘陵、残峰相间的石柱、残峰、孤丘为主。

##### 1.4.1 杂多昂赛丹霞地貌特征

杂多昂赛丹霞位于青海省玉树州杂多县昂赛县境内,丹霞地貌特征为正、负地貌两大系列。正地貌主要有崖壁、石墙、石峰、石柱、峰丛、残峰(图10)孤丘等;负地貌形态主要有峡谷、洞穴、顺层凹槽、崖槽等。总面积260 km<sup>2</sup>,属半湿润气候区。



图10 昂赛丹霞残峰地貌

Fig. 10 Angsai Danxia residual peak landform

成景地层为下白垩统错居日组,岩性为厚-巨厚层紫红色砂岩、复成分砾岩夹团块状泥岩组成,岩石层理近水平。与下伏地层为角度不整合接触,与上伏地层为平行不整合接触。

#### 1.4.2 都兰县宗加乡丹霞地貌特征

都兰县宗加乡丹霞地貌位于青海省海西州都兰县宗家地区,丹霞地貌特征为石梁、石柱、残峰孤丘、顺层凹槽、洞穴等。地貌顶部和石柱浑圆,地层间切割、河流侵蚀达到基准面。而丹霞地貌中风化剥蚀特征明显,干旱区形成的丹霞地貌在国内较少见,面积为 $2.1\text{ km}^2$ 。

成景地层为古近系古新统路乐河组,岩性主要为硅质或钙质胶结的砾岩、砂质砾岩和泥质岩,局部夹泥质粉砂岩、长石砂岩和含砾粗砂岩互层。质地坚硬,抗风化能力强,岩层厚度大,产状平缓,倾角多为 $10^\circ\sim 20^\circ$ 。

## 2 丹霞地貌形成演化

研究青海省丹霞地貌的形成演化,首先对青藏高原的形成演化研究是十分必要的。因为青海省丹霞地貌研究区处在青藏高原东北缘,其形成演化与青藏高原的隆升过程密不可分。

### 2.1 青藏高原形成演化

大约在 $60\sim 50\text{ Ma}$ 的古新世雅鲁藏布江缝合带形成,标志着青藏高地块拼合完成。从始新世开始印度板块持续向北推挤,受塔里木-华北板块阻挡,高原板块受挤压在南北方向上缩短,渐新世一中新世高原缓慢隆升,晚新世-更新世高原快速隆升,全新世均衡调整、伸展拆离(李荣社,2008)。其间研究区与青藏高原一样新构造运动( $3.4\text{ Ma}$ 以来)十分强烈,包括 $3.4\sim 1.7\text{ Ma}$ 的青藏运动、 $1.1\sim 0.6\text{ Ma}$ 的昆仑-黄河(昆黄)运动和 $0.15\text{ Ma}$ 以来的共和运动。其运动类型除以整体性抬升、差异性升降、阶段性升高高原外,还表现为以地壳叠覆缩短和断裂走向滑动(北东、北西及东西向)为代表的水平运动,运动过程中既表现出继承复活性,又有一定的改造新生性。

### 2.2 青海省丹霞地貌形成演化

青藏高原隆升使研究区红层处于不同的海拔高度,又接受新构造运动产生的断裂破坏作用;之后再经历流水侵蚀、风化剥蚀等物理作用的叠加改造,从

而使不同气候区的丹霞地貌进入不同演化阶段。

西宁地区丹霞地貌处于半干旱气候区、中海拔( $2\ 100\text{ m}$ )区,远离黄河主河道,加上其上黄土覆盖较厚,主要接受新构造运动的改造和风化剥蚀,岩层近于水平,根部相连,顶部分开、高度相近,整体上保持较为连续的原始剥夷面,丹霞地貌的特征以方山、崖壁、岩槽等为主。其演化阶段处于幼年期。乐都丹霞地貌和祁连卓尔山丹霞地貌处于半干旱气候区、低-中海拔( $1\ 850\sim 3\ 100\text{ m}$ )区,分布在湟水河和八宝河北岸山坡上,受新构造改造影响较大;其次为风化剥蚀,受流水侵蚀作用较小。山顶保持着山原面,正地貌以方山为主,负地貌为峡谷和巷谷,丹霞地貌特征主要以方山、崖壁、彩色山丘和巷谷、峡谷、岩槽为特征。其演化阶段处于青年期。循化、化隆、贵德、群加、河北乡等地丹霞地貌处于半干旱气候区-半湿润气候区,低-中海拔( $1\ 650\sim 3\ 419\text{ m}$ )区,分布在黄河河谷两岸。受新构造运动改造、流水侵蚀、风化剥蚀等综合因素改造,黄河河谷地带接近侵蚀基准面,丹霞地貌形成丹霞峰林,距河谷较远的两岸山谷中形成峰丛、方山、石柱、巷谷、洞穴、顺层凹槽等。其演化阶段处于中年期。澜沧江流域和柴达木周缘的丹霞地貌处于半湿润气候区-干旱气候条件下的中-高海拔( $2\ 800\sim 3\ 800\text{ m}$ )区,在新构造运动改造、流水侵蚀、风化剥蚀等作用下,丹霞地貌特征为崖壁、石梁、石柱、残峰孤丘、峡谷、顺层凹槽等。丹霞地貌演化阶段处于老年期。

## 3 丹霞地貌特征对比研究

青海省丹霞地貌位于中国三大丹霞地貌区的西北区。通过与甘肃省、新疆(彭华,2015;曾克峰等,2015;赵汀等,2011。)以及国内著名丹霞地貌进行对比研究可知,甘肃、新疆的丹霞地貌虽然成景地质体、大地构造位置的不同,但因地域相邻,因此丹霞地貌的特征较为相似;而与南方丹霞地貌(陈丽红等,2015;朱志军等,2012;李霞等,2013,)比较,既有相同点,又有区别。相同点是地貌形态上南、北丹霞地貌均体现了“顶平、身陡、麓缓”的特征,均可见到正地形方山、石堡、崖壁、峰林、峰丛、石墙、石梁、石柱、残峰孤丘、崩塌岩块等;负地形可见到峡谷、嶂谷、岩槽(顺层沟槽、竖状洞穴)、扁平洞、蜂窝状洞穴穿洞、天生桥等。不同点是由于南北所处的地理位

置、气候条件、大地构造位置、成景地层岩性和时代不同,形成过程中内外应力条件也有差异等,导致丹霞地貌在地貌景观造型等方面具有较大的差异。南方湿润区丹霞地貌顶部较为平缓,其上植被发育,柱体高大,棱角较为明显,地层间切割深,流水侵蚀特征明显,部分洞穴大、深,蜂窝状洞穴发育;而北方丹霞地貌处半干旱区、干旱区的高寒区域,物理风化作

用强,地貌总体为浑圆状,其上植被稀疏,主体大多为近圆柱状,高度相对较低,地层间切割较小,流水侵蚀特征不明显,洞穴较小且浅。同时,由于南北文化、经济、交通发达程度的差异等因素,南方丹霞地貌因“近水楼台先得月”开发利用早而闻名遐迩,北方丹霞地貌却成了“养在深闺无人识”的局面,其具体特征对比见表1。

表1 青海省丹霞地貌与国内其他地区丹霞地貌特征对比研究表

Tab. 1 Comparison of Danxia landform between Qinghai province and other areas

遗迹名称	初始发育	面积(km <sup>2</sup> )	成景地层	沉积环境	典型地貌	气候类型	发育阶段	开发程度
青海西宁南山	0.15MaB. P. 共和运动以来	1.5	近纪一新近系西宁组	西宁盆地	方山、崖壁、巷谷顺层凹槽等	半干旱区	幼年期	未开发
青海祁连县卓尔山	第四纪以来	50	白垩系新民堡群下沟组、新近系临夏组	祁连断陷盆地	崖壁、丹霞方山、彩色山丘、岩槽	半干旱区	青年期	正在开发
青海尖扎县坎布拉	1.2MaB. P. 昆黄运动以来	154	上白垩统民和组和新近系咸水河组及临夏组	尖扎-群科后造山磨拉石前陆盆地	正地貌以方山、崖壁、峰丛、峰林、石墙为主;负地貌以岩槽、洞穴、峡谷等地貌为主	半干旱区	中年期	中
青海同德县河北乡	0.15MaB. P. 共和运动以来	160	古近系一新近系西宁组	赛日堂走滑-拉分盆地	峰丛、方山、崖壁、石墙、彩色山丘、石柱、峡谷、洞穴、顺层凹槽、倒石堆等	半湿润区	中年早期	未开发
青海贵德县阿什贡	0.15MaB. P. 共和运动以来	124	新近系咸水河组及临夏组	共和后造山磨拉石前陆盆地	峰丛、崖壁、石墙、彩色山丘、石柱、竖状沟槽、嶂谷等。	半干旱区	中年期	优
青海杂多县昂赛	第四系以来	260	白垩系错居日组	杂多断陷盆地	方山、石柱、峰丛、崖壁、石墙、峡谷、石洞、顺层凹槽等	半湿润区	老年早期	未开发
甘肃天水麦积山	上新世(1.8Ma BP)	91	白垩纪麦积山组	陆间河湖相	锥状峰林丹霞地貌	半湿润区	壮年期	中
甘肃平凉崆峒山	下白垩世以来	83	上三叠统延长群、下白垩统六盘山群三桥组	河流相-滨湖相	陡峻峰林、石柱	半湿润区	青年-壮年早期	中
新疆呼图壁丹霞	侏罗系以后	10	侏罗系上喀拉扎组	河湖相	孤峰、峰丛、石柱	干旱区	壮年期	中
新疆吐鲁番火焰山丹霞	喜马拉雅山运动期间	289	侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系	天山东部博格达山坡前山短小褶皱	山坡上形成排列紧密的“V”字型冲沟,冲沟形态状若熊熊燃烧的火焰	干旱区	壮年期	中



续表 1

遗迹名称	初始发育	面积 (km <sup>2</sup> )	成景地层	沉积环境	典型地貌	气候类型	发育阶段	开发程度
贵州赤水	第四纪	721	白垩系嘉定群	四川盆地南缘	强抬升切割高原峡谷型	湿润区	青年期	优
福建泰宁大金湖	古一新近纪 (4.3Ma BP)	252	白垩系崇安组	泰宁断陷盆地	深切割山原峡谷曲流和多成因崖壁洞穴	湿润区	青年早期	优
湖南崑山	新近纪晚期	108	下、上白垩统栏垅组	资新断陷盆地	密集型圆顶、锥状峰丛	湿润区	壮年早期	优
广东丹霞山	中新世 (5.8Ma BP)	280	白垩系丹霞组	丹霞陆内断陷盆地	命名地, 簇群式峰林	湿润区	壮年期	优
江西龙虎山	中更新世	996	上白垩河口组	信江断陷盆地	疏散型峰林与孤峰	湿润区	老年早期	优
浙江江郎山	新近纪	51	上白垩统方岩组	峡口盆地火山喷发	高位孤峰型地貌	湿润区	壮年期	优

## 4 结论

青海省丹霞地貌分布面积广,由东向西从民和县—都兰宗加乡、从南往北由囊谦县—祁连县的范围内均有分布;从南往北跨越了半湿润气候区—半干旱气候区—干旱气候区;成景地层时代跨度从白垩系到上新统均有发育;形成丹霞地貌造型奇特、色泽鲜艳、形态类型丰富,保存完整,具有较高的观赏价值和科研价值;交通便利,有利于丹霞地貌为主题的地质公园建设和旅游业的发展。

根据演化旋回将丹霞地貌分为幼年期、青年期、中年期、老年期 4 个阶段。中国西北片区的青海省丹霞地貌与中国南方片区丹霞地貌对比差别较大。①形成气候环境不同。南方气候湿润多雨,而北方干旱寒冷。②形成方式有差别。南方主要为流水侵蚀,化学、生物风化为主;而北方丹霞地貌以物理风化、雨水冲刷为主。③成景地层时代差别大。南方的丹霞地貌地层时代较老,岩石坚硬,抗风化能力强,地貌景观高大挺拔,棱角较为分明;北方有丹霞地貌成景地层时代较新,岩石抗风化能力差,地貌景观多相对低矮、浑圆状。④颜色差别。南方的丹霞地貌因岩石坚硬,抗风化能力强,岩石表面氧化严重,灰红色具多;北方有丹霞地貌因成景地层时代较新,岩石抗风化能力差,岩石表面新鲜,色泽新鲜,以砖红色和彩色条带为主。

## 参考文献(References):

- 崔海亭,黄润华. 丹霞地貌名称的滥觞与泛化[J]. 中国科技术语, 2017, 19(2): 60-62.
- CUI Haiting, HUANG Runhua. The origin and Generalization of the Geomorphic term Danxia Landform[J]. China Terminology, 2017, 19(2): 60-62
- 陈丽红,张璞,武法东,等. 河北承德丹霞地貌国家地质公园地质遗迹景观及其旅游地学意义[J]. 地球学报, 2015, 36(4): 500-506.
- CHEN Lihong, ZHANG Pu, WU Fadong, et al. Geoheritage Landscapes and Tourism Earth Sciences Significance of the Danxia Landform National Geopark in Chengde, Hebei Province[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2015, 36(4): 500-506(in Chinese).
- 郭福生,李晓勇,蒋勇彪. 龙虎山丹霞地貌与旅游开发[M]. 北京:地质出版社, 2012.
- GUO Fusheng, LI Xiaoyong, JIANG Yongbiao. Longhushan Danxia Landform and Tourism Development[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2012.
- 李荣社,计文化,杨永成,等. 昆仑山及邻区地质[M]. 北京:地质出版社, 2008.
- LI Rongshe, JI Wenghua, YANG Yongcheng. Geology of Kunlun Mountain and its Adjacent Areas[M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract), 2008.

- 李霞,何庆成,董颖,等. 贵州赤水南部地区丹霞地貌类型特征及成因演化分析[J]. 地球学报, 2013, 34(4): 501-508.
- LI Xia, HE Qingcheng, DONG Ying, et al. An Analysis of Characteristics and Evolution of Danxia Landform in the South of Chishui County, Guizhou[J]. Acta Geoscientifica Sinica, 2013, 34(4): 501-508(in Chinese).
- 刘志杰,孙永军. 青藏高原隆升与黄河形成演化[J]. 地理与地理信息科学, 2017, 23(1): 79-91.
- LIU Zhijie, SUN Yongjun. Uplift of the Qinghai-Tibet Plateau and Formation Evolution of the Yellow River [J]. Geography and Geo-Information Science, 2007, 23(1): 79-91.
- 刘鑫,陈留勤,李馨敏. 江西象山地质公园丹霞地貌成景地层沉积环境分析[J]. 现代地质, 2018, 32(2): 260-268.
- LIU Xin, CHEN Liuqin, LI Xinmin. Depositional Environments of the Bedrock of Danxia Landform in Xiangshan Geopark of Jiangxi Province SE China [J]. Geoscience, 2018, 32(2): 260-268.
- 潘保田. 贵德盆地地貌演化与黄河上游发育研究[J]. 干旱区地理, 1994, 17(3): 43-50.
- PAN Baotian. A study On the geomorphic evolution and development of the upper reaches of yellow river in guide basin [J]. Arid Area Geography, 1994, 17(3): 43-50.
- 彭华. 中国丹霞地貌研究进展[J]. 地理科学, 2000, 20(3): 203-211.
- PENG Hua. A Survey of the Danxia Landform Research in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2000, 20(3): 203-211(in Chinese).
- 彭华. 红层与丹霞—第十四届全国丹霞地貌会议论文集—中国-甘肃-崆峒山会议[M]. 北京:地质出版社, 2015.
- PENG Hua. Red Layers and Danxia- Proceedings of the 14th National Conference on Danxia Geomorphology- China Gansu Lushan Conference [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2015.
- 徐增连, 骆满生, 张克信, 等. 青藏高原循化、临夏和贵德盆地新近纪沉积充填速率演化及其对构造隆升的响应[J]. 地质通报, 2013, 32(1): 93-104.
- XU Zenglian, LUO Mansheng, ZHANG Kexin, et al. Cenozoic sedimentation rate of Xunhua, Linxia and Guide basins responding to the uplift of the Tibetan Plateau[J]. Geological Bulletin of China, 2013, 32(1): 93-104.
- 曾克峰, 吴宏, 刘超, 等. 甘肃省地质遗迹资源评价及地质公园建设研究[M]. 北京:中国地质大学出版社, 2016.
- ZENG Kefeng, WU Hong, LIU Chao, et al. Geological heritage resource evaluation and geological park construction in Gansu Province[M]. Beijing: China University of Geosciences Press, 2016 (in Chinese with English abstract).
- 赵汀, 赵逊, 彭华, 等. 论丹霞地貌[M]. 北京:地质出版社, 2011.
- ZHAO Ting, ZHAO Xun, PENG Hua, et al. Danxia Geomorphology[M]. Beijing: Geological Press February (in Chinese with English abstract), 2011.
- 朱志军, 黄宝华, 郭福生, 等. 江西龙虎山世界地质公园白垩系辫状河相沉积及其丹霞地貌发育特征[J]. 地球学报, 2012, 33(3): 379-387.
- ZHU Zhijun, HUANG Baohua, GUO Fusheng, et al. Cretaceous Braided River Facies Sediments and Danxia Landform Development Characteristics in Longhushan World Geopark Jiangxi[J]. Acta Geoscientifica Sinica, 2012, 33(3): 379-387(in Chinese).