

刀山火海 七彩屏 大扇贝

ZHANGYE DIZHI GONGYUAN
CAISE QIULING CHENGJING JIZHI YANJIU



张掖地质公园

彩色丘陵成景机制研究

孙新春 / 主编

李小强 仲新 王军 / 副主编

张掖地质公园彩色丘陵景观具有
红棕色、淡黄色和蓝灰色三大色系，38种亚类色彩，
以颜色艳丽、造型奇特、气势磅礴、场面壮观而著称。

曾被美国国家地理杂志评为“世界十大神奇地理奇观”之一



张掖地质公园彩色丘陵曾被美国国家地理杂志评为“世界十大神奇地理奇观”，然而，这样一处举世闻名的地理奇观却长期被冠以“七彩丹霞”进行宣传。本书从形态结构、物质组成、颜色分析、形成环境等成景机制方面系统地阐述了它为什么会如此色彩艳丽、造型奇特、气势磅礴、场面壮观，并深入浅出地做出了科研、科普的解释。希望本书能帮助读者快速了解它的成景机制。

甘肃省自然资源厅“甘肃省特殊景观区典型地质剖面综合调查研究”项目资助

张掖地质公园

彩色丘陵成景机制研究

孙新春 / 主编

李小强 仲新 王军 / 副主编

 甘肃科学技术出版社

完整电子版资料: www.cnki.com.cn

图书在版编目(C I P)数据

张掖地质公园彩色丘陵成景机制研究 / 孙新春主编
— 兰州 : 甘肃科学技术出版社, 2019. 5
ISBN 978-7-5424-2666-6

I. ①张… II. ①孙… III. ①地质—国家公园—丘陵—研究—张掖 IV. ①P942.423.76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 072182 号

张掖地质公园彩色丘陵成景机制研究

孙新春 主编 李小强 仲新 王军 副主编

责任编辑 杨丽丽

封面设计 孟孜铭

出版 甘肃科学技术出版社

社址 兰州市读者大道 568 号

网址 www.gskejipress.com

电话 0931-8773023 (编辑部) 0931-8773237 (发行部)

发行 甘肃科学技术出版社 印刷 甘肃兴业印务有限公司

开本 880mm × 1230mm 1/32 印张 5.375 字数 130 千

版次 2019 年 5 月第 1 版

印次 2019 年 5 月第 1 次印刷

印数 1 ~ 20000

书号 ISBN 978-7-5424-2666-6 定价 36.00 元

图书若有破损、缺页可随时与本社联系:0931-8773237

本书所有内容经作者同意授权,并许可使用

未经同意,不得以任何形式复制转载

主 编：孙新春

副 主 编：李小强 仲 新 王 军

参与编写人员：郭 兵 脱世博 许鸿雁 彭 措

周会武 李仁清 潘 峰 邓 鹏

魏海峰 闫少波 单永杰 任文秀

刘文辉 冯备战 董雅清 刘 莎

孙康洁 刘 晔 马小云 庞建芳

序

“丹霞地貌”是已故著名地质学家、中国科学院院士冯景兰和陈国达先生于 20 世纪 20~30 年代在广东韶关丹霞山命名，并在中国发展起来的一个特殊红层地貌类型，是指由红色陆相碎屑岩构成的以陡崖坡为特征的地貌景观，被称为中国的“国粹”。而世人皆知的张掖“七彩丹霞”却与经典的“丹霞”在岩石固结程度、地貌形态上有明显的差异。因此，张掖这种独特的、在民间一直被称作“七彩丹霞”的地貌景观，实为彩色丘陵。

彩色丘陵属于多种因素形成的丘陵状杂色岩石地貌，因为其缤纷的色彩而被冠名。国内以甘肃张掖地质公园、甘肃兰州树屏、新疆吉木萨尔五彩湾、新疆布尔津五彩滩和五彩城等最具代表性。

张掖地质公园彩色丘陵曾被美国国家地理杂志评为“世界十大神奇地理奇观”之一。作为张掖地质公园的核心景观，该彩色丘陵以色彩艳丽、造型奇特、气势磅礴、场面壮观而著称。

张掖地质公园彩色丘陵因其色彩之缤纷、观赏性之强、面积之大而冠绝全国，具有很高的科学考察和旅游观赏价值。但对彩色丘陵内典型地质现象成因机理的科学解释仍存争议，成景物质基础、区域构造及岩石结构等基础地质条件研究薄弱，缺乏对地

貌景观系统、科普的表述。同时，张掖地质公园申请联合国教科文组织世界地质公园已进入攻坚阶段，要增强人们了解自然、保护自然的意识，满足大众的好奇心，基础地质研究更显必要。2018年，甘肃省适时设置了《甘肃省特殊景观区典型地质剖面综合调查研究》省级基础地质调查研究项目，该项目2018年主要对张掖地质公园彩色丘陵采用地质剖面法从地层结构、岩石组成、形成环境、颜色分析、成景机理等方面进行了系统研究，对典型的彩色丘陵层理进行了既通俗又科学地解释，有效提升了彩色丘陵的科研、科普水平。

目前，张掖地质公园正值申报创建联合国教科文组织世界地质公园的决胜阶段，此书的出版弥补了张掖地质公园彩色丘陵研究的短板，无疑会为申报入选联合国教科文组织世界地质公园网络名录工作增色添彩，发挥其不可小觑的作用。

湯中立

二〇一九.四月

前 言

张掖地质公园位于甘肃省张掖市临泽县城以南 20 千米，地处祁连山北麓，是国内唯一的丹霞与彩色丘陵复合景观地质公园。公园内的彩色丘陵宛若一排排彩虹披覆在祁连山麓，在蓝天白云的衬托下有强烈的视觉冲击力，以斑斓的色彩和波状起伏的组合吸引着人们的眼球。这一颇受游人青睐的地质地貌景观，让中外游客流连忘返，备受世人关注。

今天，张掖地质公园彩色丘陵景观已然成为张掖市旅游发展的品牌，是促进张掖市经济发展的重要支柱，为当地脱贫及经济社会发展带来了前所未有的机遇。2008 年，张掖市丹霞—彩色丘陵通过省级地质公园评审，被列为省级地质公园。2016 年，又被国土资源部批准为国家级地质公园，正式命名为“甘肃张掖国家地质公园”。为了进一步提升地质公园的国际品牌效益，带动区域旅游行业大发展，促进河西走廊地区经济增长，2017 年，在全面启动张掖世界地质公园申报创建工作后，张掖地质公园步入了全新的发展阶段。

目前，张掖地质公园申报创建世界地质公园进入攻坚期，各项评审资料的编制、标识系统建设及宣传推介等工作正在紧张进行中。彩色丘陵的基础地质科学研究资料是做科普宣传及旅游推

介的重要依据。

本书通过对张掖地质公园彩色丘陵的成景机制研究，对彩色丘陵景观现象做出深入浅出的科研、科普解答，期望为申请世界地质公园提供必要的基础地质科研支撑。

由于作者水平有限，加之时间仓促，不足之处在所难免，恳请读者朋友们提出宝贵意见。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究意义	1
第二节 研究现状	2
第三节 研究思路	3
第四节 研究成果	4
第五节 研究人员	4
第二章 成景地质背景	6
第一节 自然地理特征	6
第二节 成景地层	9
第三节 区域构造	12
第四节 国内主要彩色丘陵	13
第五节 中国白垩纪成景地层分布范围及特征	19
第三章 岩石组合成分与沉积作用	20
第一节 岩石组合与互层特征	20
第二节 古生物化石及碎屑锆石特征	25
第三节 主要颜色矿物成分	28

第四节	主要颜色粒度特征	32
第五节	主要颜色化学成分特征	45
第六节	古沉积环境	65
第四章	岩石颜色浅析	70
第一节	颜色三要素	70
第二节	岩层颜色与氧化物成分相关性	78
第三节	矿物成分与颜色相关性	91
第四节	不同颜色岩石的磁化率	101
第五节	彩色丘陵地层反映的古气候环境	106
第五章	成景基础地质因素与机理	113
第一节	白垩纪陆相红层与丹霞地貌	114
第二节	主要地质因素	115
第三节	独特的构造部位	122
第四节	构造抬升与掀斜	128
第五节	地表营力雕琢	138
第六章	结语	149
参考文献	151
致 谢	159

第一章 绪 论

第一节 研究意义

张掖地质公园彩色丘陵强烈的视觉冲击效果吸引着世人的眼球，现在已成为亚洲最佳旅游目的地之一，但此魅力景观的成景机制目前仍存疑惑。主要表现在对控制多彩岩石形成的因素研究不系统、不全面，对景观所蕴含的地质科学内涵解读还有待提升。

地质剖面的结构和各类岩石特征，记载着地质时期的各种地质作用及古地理、古气候变化和地质矿产的形成环境与形成过程，是探讨地球发展演化史的有效研究对象。通过对彩色丘陵内典型地质现象测制剖面，系统采集各类研究样品，分析研究彩色丘陵控制成景作用的物质组成、气候变化、磁化率、色度等基础地质因素。一方面，运用新技术、新方法对地质剖面进行综合研究，利用统计学方法主成分分析、聚类分析、频率直方图等方法研究控制彩色丘陵颜色的主要因素，以及地球内部作用与地表营力复合型的成景机理；另一方面，在科学解释地质现象的同时，对科学知识进行通俗易懂的科普语言表达，实现地质学科的科普

解释，提高彩色丘陵景观科学认知度，为政府对地质公园整体规划、发展、决策、建设和生态环境保护等提供依据。

第二节 研究现状

一、公园位置及形态

张掖地质公园位于青藏高原北部，甘肃省张掖市境内祁连山系主脉北坡中段，河西走廊带南侧，总面积约 1390 平方千米，其形态似“烟斗”状（图 1-1）。“烟嘴”朝西，“烟杆”处于公园南部，海拔较高，“烟锅”处于公园北东部，周边高、中间低。整个公园南部处在祁连山系主脉上，北部的黑山、中南部的“刀山”则属于祁连山系余脉，中部为梨园河河谷。景区内多山岳、河流、草原等自然景观，彩色丘陵及丹霞地貌遗迹、典型地质构造及古生物化石等地质遗迹尤其丰富。其中彩色丘陵就位于公园东北一隅，沿梨园河呈喇叭状展布，西南依祁连中高山，东北抵河西走廊，具体分布在张掖市临泽县梨园口，肃南裕固族自治县红山湾、南台子、敖河一带，面积 50~60 平方千米，公园附近有兰新铁路、兰新高铁、G30、G312、S213 及 S220 等交通干线，交通极为方便。

二、研究程度及现状

已往的区域地质调查研究主要有 1:200 000/250 000 区域地质调查成果、西北地区区域地层表（1980）、甘肃省岩石地层（1997）、《祁连山地质志》（1999）、甘肃张掖丹霞地质公园考察报告（2009）、《甘肃省区域地质志》（2017 新编）等。



图 1-1 研究区位置图

近年来，在彩色丘陵地质构造调查研究、地质遗迹保护、地学科普教育等方面都有诸多的科学研究成果（宋杰己，1993；黄可光等，1994；齐德利等，2003；秦锦丽等，2012；张雪，2012；丁宏伟，2014；仲新，2016；王乃昂，2018），极大地推动了地方经济可持续发展，得到了社会各界的广泛认同。但对彩色丘陵地质现象的科学解释还存在分歧，对景观成因机理缺乏系统、科学的解释。因此，深化基础地质科学研究，系统论述彩色丘陵强烈视觉冲击下所蕴含的科学知识，开展彩色丘陵科普教育和科学研究、研学旅游等有重要的现实意义和社会效益。

第三节 研究思路

综合新技术、新方法应用，科学解释与科普表达相结合，以

可持续发展理论及地质学、旅游地质学和审美理论为指导，通过资料收集、野外调查、样品分析、综合研究的思路进行研究。

以彩色丘陵典型地质剖面作为研究对象，开展地质剖面实测、层型修饰、各种样品采集与测试、年代样品采集及构造等信息的收集。对地质信息深入挖掘，运用沉积地层、事件地层、年代地层、生态地层等综合地层学方法研究剖面中的科学内涵。

第四节 研究成果

张掖地质公园彩色丘陵丰富多彩的岩石组合特征吸引了众多游客的目光，笔者通过系统、科学的研究，综合运用新技术、新思路对其成景机制进行剖析。研究认为，差异性的物质组合成为了特殊景观现象的物质基础，铁元素的不同价态及不同的蚀变矿物类型主导了红棕色与淡黄色、淡蓝色等不同的色调。特殊地质时代的气候变化营造了成景的氛围，氧化—还原环境的交替出现改变了组成成分的存在状态，影响了岩石的颜色。而尤为独特的构造部位独享内外地质营力的雕琢造就了现今的多彩地貌，构造掀斜与地表水的滋润哺育了这一特殊景观。

第五节 研究人员

全书共六章。前言、第一章绪论、第六章结语由孙新春、李小强编写，第二章成景地质背景由李小强编写，第三章岩石组合成分与沉积作用由郭兵编写，第四章岩石颜色浅析第一节颜色三要素、第二节岩层颜色与氧化物成分相关性、第三节矿物成分与颜色相关性、第四节不同颜色岩石的磁化率由李小强编写，第四章第五节彩色丘陵地层反映的古气候环境由脱世博编写，第五章

成景基础地质因素与机理由王军编写，全书有关古生物化石方面的内容主要由仲新编写。另外，许鸿雁、彭措、周会武、李仁清、潘峰、邓鹏、魏海峰、闫少波、单永杰、任文秀、刘文辉、冯备战、董雅清、刘莎、孙康洁、刘晔、马小云、庞建芳等参与了部分工作。全书由孙新春统稿。

第二章 成景地质背景

第一节 自然地理特征

一、地形特征

张掖地质公园位于青藏高原东北缘，地形整体呈现西南高东北低的态势（图 2-1a），从区内高程直方图中可知，区内海拔高度主要集中在 1700 米左右（图 2-1b）。

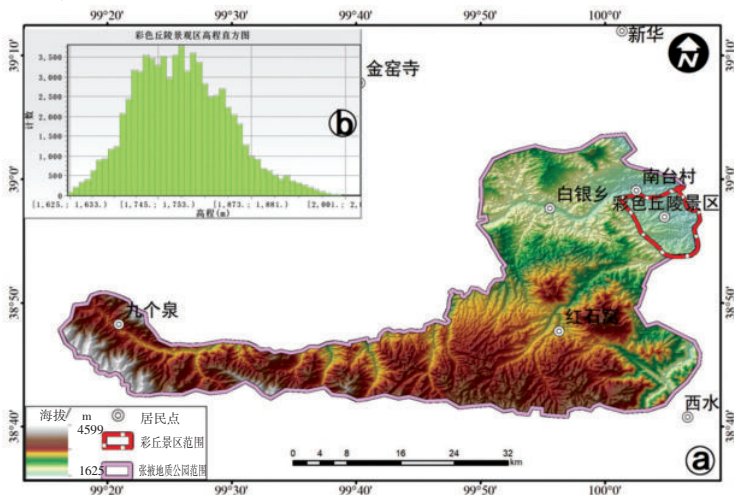


图 2-1 张掖地质公园地形地貌图及直方图