

张义丰山区发展系列丛书

岱崮地貌

DAIGU DIMAO XINGCHENG YANHUA JI KAIFA JIAZHI

形成演化及开发价值

张义丰 王随继 著

岱崮地貌 形成演化及开发价值

张义丰 王随继 著



 **气象出版社**
China Meteorological Press

图书在版编目(CIP)数据

岱崮地貌形成演化及开发价值 / 张义丰, 王随继著. —

北京: 气象出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-5029-6224-1

I. ①岱… II. ①张… ②王… III. ①地貌—形成—研究—蒙阴县

②旅游资源—资源开发—开发价值—研究—蒙阴县

IV. ①P942.524②F592.752.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 279980 号

岱崮地貌形成演化及开发价值

张义丰 王随继 著

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码: 100081

电 话: 010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网 址: <http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑: 吕青璞 张锐锐

终 审: 邵俊年

封面设计: 易普锐创意

责任技编: 赵相宁

责任校对: 王丽梅

图片支持: CFP

印 刷: 北京地大天成印务有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 13.5

字 数: 350 千字

版 次: 2016 年 11 月第 1 版

印 次: 2016 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 89.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等, 请与本社发行部联系调换。

前 言

自 2007 年岱崮地貌的提出与命名到《岱崮地貌形成演化及开发价值》研究通过验收，历经 7 个年头，可谓是来之不易，可庆可贺。说到岱崮地貌的发现与首次提出，就像对自然的发现一样，有其偶然，更有其必然。本人生于平原、长于平原，但酷爱山区，加之所学专业又是地貌专业，因此，对山区（山地）研究钟爱有加。2003 年，本人及团队在总结北京山区发展和多年研究成果的基础上，提出了沟域经济理论。该理论一经提出，就得到北京市各级政府高度重视，迅速得到应用推广，目前沟域经济已经成为推动北京山区经济、三农发展、农游一体化、生态文明的主要抓手，可谓是示范首都，影响全国。基于当时沟域经济发展背景及其在北方山区的推广，本人提出要选择—个典型的北方山区进行对比研究，通过认真的对比分析，最终选择了沂蒙山区，使本人及其团队有幸走进蒙阴，了解岱崮。在山区对比研究过程中，我们发现岱崮的地貌类型不仅丰富多样，而且集群发育，又具有旅游地貌的造景特征。这引起本人及团队高度重视，展开了深入的考察与研究，形成了岱崮地貌专题报告。通过多次与学术界的沟通与征求意见，正式提出以岱崮镇名字命名岱崮地貌。随之进行了评审，得到专家的高度认可，—致通过验收，这就是岱崮地貌的由来。

岱崮地貌作为我国旅游地貌的—种特殊类型，具有重要的研究与开发价值，引起政府、学界和社会的广泛关注，更是得到了蒙阴县委政府的高度重视。蒙阴县主要领导及相关部门负责同志三进地理所，特别是朱开国书记亲临邀请，使本人受宠若惊，深受感动，经过双方协商，决定启动《岱崮地貌形成演化及开发价值》的专题研究，这是本项研究的背景。

为了积极配合岱崮地貌专题研究，蒙阴县委县政府做了充分准备，专门成立了以朱开国书记、王皓玉县长为组长，本人、张晓兵、彭波、冯家

同、王永凤、邢俊普、李芸为副组长，房新宇、伊西华、张兆海、公鑫、李祥勇、李波、秦元东、李建华、公衍澍、王兰兰、王焕才为主要成员的项目领导小组。领导小组的成立，为专题研究打下了扎实的基础，尤其是李芸主席、公鑫主任及岱崮地貌办公室的同志与专家组同甘苦、共努力，为岱崮地貌专题研究得以顺利开展立下了汗马功劳。同时，中科院地理所也成立了以本人为组长，王随继副研究员为副组长，闫云霞、颜明、房金福、谭杰、李玲、王彦君、苏腾、秦伟山、孙锴、穆松林为主要成员的项目研究小组。至此，岱崮地貌专题研究的格局已经形成。研究小组的分工是本人主持整个专题研究的统筹及开发价值的深研，王随继副研究员负责岱崮地貌形成演化部分，其他成员按分工进行配合。

《岱崮地貌形成演化及开发价值研究》是在对区域地貌进行大量研究的基础上，基于大量实地考察、补点详查，充分掌握第一手资料与数据，分析总结而成，对岱崮地貌发展具有较强的理论与实践指导性。本成果充分发挥了地理学的综合优势，融合了人文地理学、生态学、环境学、景观学等多维视角，采用了更加切合实际的研究方法和开发模式。针对岱崮地貌的独特性、敏感性和脆弱性，对其形成发育的生命周期进行系统分析，为认识中国旅游地貌地理分异规律提供了理论基础。同时，又针对岱崮地貌的形态进行类型划分，对不同的立地条件下的崮体提出了保护与开发路径。还针对处于不同生命周期阶段的崮体提出了特殊保护的措施。为了促进岱崮地貌的区域发展，提出了“三区”发展战略，以确立岱崮地貌的空间组织和开发程序。

《岱崮地貌形成演化及开发价值》是理论与实践的集成，是中国岱崮地貌的首部成果，它的推出对于促进我国旅游地貌、实现产业多元化、主题特色化、发展国际化具有重要的现实意义，更有助于提升岱崮地貌的知名度，推进其持续发展能力，加快建设岱崮地貌旅游目的地的进程。在研究过程中得到了中国著名地貌学家崔之久、杨逸畴先生的悉心指导，得到了孙文昌、李明德、刘毅、房金福、王庆研究员的热情支持，有力推进本研

究的理论与实践探索。同时还得到蒙阴县、临沂市、山东省有关专家鼎力相助，本人及团队对此表示荣幸与感激，在此一并致以诚挚的谢意！

岱崮地貌对于我国旅游地貌的未来发展具有深远影响，但就本研究而言，还有很大的挖掘潜力，本人及团队要在现有的研究基础上，结合蒙阴县、临沂市乃至山东省旅游发展的新形势、新业态，进行基础和规划研究，不断总结和提升岱崮地貌的理论与实践研究，对中国岱崮地貌的崭新未来起到推动作用。本研究是一项复杂而综合的系统工程，限于时间及本人与团队的学识水平和能力，成果中还有很多尚需完善之处，期望学者专家给予批评指正，本人及团队不胜感激！



中国科学院地理科学与资源研究所 研究员

2014 年 6 月

目 录

前 言

第一章 研究背景	1
第一节 方山与崮	1
第二节 国内外典型方山特征综述	2
第三节 国内外方山地貌研究综述	11
第四节 中国典型山岳地貌成景类型与开发案例	13
第五节 立项依据和研究计划	18
参考文献	21
第二章 岱崮地貌区域背景	23
第一节 岱崮地貌的地理位置和范围	23
第二节 自然环境和主要自然资源	25
第三节 人文与历史	35
第四节 社会经济条件	45
参考文献	53
第三章 岱崮地貌成因	54
第一节 岱崮地貌的地层及区域构造特征	54
第二节 岱崮地貌的类型	69
第三节 岱崮地貌的分布	73
第四节 岱崮地貌形成的影响因素	82
第五节 岱崮地貌的演化	84
参考文献	94
第四章 岱崮地貌的典型特征	95
第一节 方山、崮与岱崮地貌的区别与联系	95
第二节 岱崮地区崮的主要特征	96

第三节	岱崮地区的主要方山	104
第四节	典型区及辐射区主要崮简述	131
第五节	崮型方山的地貌与环境意义	145
第五章	岱崮地貌景观研究	146
第一节	中国非岱崮型岩石造型地貌景观	146
第二节	岱崮地貌的景观特征	160
第三节	岱崮地貌的成景原理	168
第四节	岱崮地貌的学术与资源价值	175
参考文献		178
第六章	岱崮地貌的保护与开发	180
第一节	岱崮地貌保护与开发的作用和意义	180
第二节	岱崮地貌保护与开发的总体思路	181
第三节	岱崮地貌保护与开发原则	182
第四节	岱崮地貌保护与开发区划	184
第五节	岱崮地貌保护对策与措施	189
第六节	岱崮地貌开发对策与措施	192
参考文献		198
第七章	结论	200
第一节	主要结论	200
第二节	下一步工作建议	206

第一章 研究背景

第一节 方山与崮

方山,作为一类典型的地貌景观,很早就引起人们的关注,但是,对其系统性的研究相对其他地貌形态来说并不多见。

在西方国家中对这类地貌景观的称呼也有较大差别:美国英语术语一般将方山称作Mesa,指桌型地形(Tableland);西班牙语及葡萄牙语将其通常称作Table(Landform),另外还有一些地方将其称作Table Mountain。在中国,将方山也称作桌子山、平顶山、嶂、崮等等,其中方山最为常见,而以崮称之最为形象。崮者,从字形看,既有方(固为方形、两侧笔直)的形态,也有坚固(基岩出露、傲立苍穹)内涵,且不失山的意境。

虽然对此类地貌景观的称呼多种多样,但是对其定义基本一致,那就是:方山是具有平坦顶面和悬崖陡壁的山或丘陵的高端处地貌形态。这类地貌景观在中国、美国、西班牙、阿根廷、北部非洲、南部非洲、阿拉伯半岛、印度、澳大利亚等许多地方都有发现,世界各大洲都有典型的代表。

方山主要由上下岩性不同的至少两部分岩体构成:顶部岩层是方山的鲜明标志,这里的岩石抗风化剥蚀能力强,但具有一定的节理,可以在重力作用下坍塌后退而形成陡峻的岩体陡壁,长期的地表外营力及重力作用下使其形成典型的层厚、壁陡、顶部平缓的方山“标志”层;下部的岩石一般是抗风化能力较差、岩性较为软弱的岩层,以泥岩、页岩等碎屑岩为主,也可以是泥页岩与其他薄层岩石的互层,总体厚度远大于顶部的形象层。这套岩石在长期风化剥蚀作用下,逐渐变成似椎体缓坡,侧面观之犹如三角形,上部标志层的崩塌后退与该套岩石侧向风化剥蚀保持一致。这套岩石是方山的基座。

通常情况下,不同的方山可以具有类似的基座,但顶部却具有相差悬殊的标志层。标志层可以是火山岩或砂岩类,也可以是蒸发岩类。不同岩性的方山顶部岩体反映着方山形成演化的不同路径。

中国类似方山的地貌形态并不鲜见,其中以岱崮地区为核心的崮作为代表的地貌形态是一种独特的方山类型,有必要对其形成机理和演变进行深入的分析。

第二节 国内外典型方山特征综述

为了深入揭示以岱崮地区为核心的崮的形成、演变、特征及其景观,首先需要对全球主要方山的特征进行综合对比分析,从而为这类崮的科学定位找到理论依据。

方山作为特色鲜明的一类山岳地貌景观,在世界各大洲都有分布。其中一些方山因其具有独特的旅游价值,已经被当地政府或旅游公司开发为旅游区,接待来自不同地区的游客。下面,对于世界上一些比较知名的且具有代表性的方山进行简述,以了解其特征。

一、北美洲的著名方山——美国西部高原的天空之岛

1. 位置

美国的峡谷国家公园(Canyonlands National Park,又译作坎宁兰兹国家公园)位于美国西部高原区犹他州西南部的摩押镇(Moab)附近。美国西部的两大河流——绿河(Green River)和科罗拉多河(Colorado River)交汇于该峡谷国家公园,并将公园分为天空之岛、迷宫区、针区三大部分。其中以方山为特征的天空之岛位于公园北部,处于科罗拉多河与绿河的交汇点之上部。

2. 几何形态

天空之岛顶部宽阔且比较平坦,平均海拔高度为 1520 米,高出砂岩台地(sandstone bench)366 米,而砂岩台地则高出河床 305 米。从 Google 地图量测,顶部距离水面约 330 米左右。顶部以裸露的基岩为主,局部低洼处有风化形成的紫色土,在节理缝隙中生长有灌木,土壤区有稀疏草被,总体上乔木植被不发育。

3. 岩性及地层特征

该区域在宾夕法尼亚时期存在一个沉降盆地和与之相邻的抬升山脉。围陷在盆地内的海水在中宾夕法尼亚时期形成了较厚的蒸发岩。蒸发岩与山脉剥蚀物形成了 Paradox 地层。Paradox 盐床在宾夕法尼亚晚期开始运动,一直持续到侏罗纪末期。一些科学家认为 Upheaval 穹顶是由 Paradox 盐床运动形成的,但是更多的研究表明陨石撞击理论可能更正确。

宾夕法尼亚晚期,暖浅海再次淹没了该区域,形成了富含化石的砂岩、页岩

岩系。紧接着进入了侵蚀阶段,形成了不整合接触。二叠纪初期,海洋扩张过程中沉积了 Halgaito 页岩。海岸低洼地带之后重新占据该区域,形成了象峡谷 (Elephant Canyon) 地层。

大的冲积扇填充了盆地,与奇形怪状的山系相邻处形成了富铁长石砂岩构成的卡特勒 (Cutler) 红色岩床。海岸区的水下沙坝和沙丘与红色岩床交错,之后形成了浅色的雪松 (Cedar) 方山砂岩,这种岩石构成了方山的崖壁。此后,颜色较浅的氧化泥质沉积物形成了有机火山页岩。随后,海岸沙滩和水下沙坝沉积层再度占据主导地位,同时形成了分选极好、颜色单一的白条 (White Rim) 砂岩。

二叠纪海洋退却后形成了第二个地层不整合面。逐渐扩展的低地上的洪泛平原覆盖了原有的侵蚀面,潮汐面上也出现了泥质沉积物并形成了 Moenkopi 地层。当海岸退却导致侵蚀再度发生时,便形成了第三个地层不整合面。紧接着在侵蚀面上形成了 Chinle 地层。

三叠纪时期该地区的干旱气候不断加剧,地表风沙以沙丘的形式进入该地区形成了翼状 (Wingate) 砂岩。一段时期内研究区气候条件曾一度变得较为湿润,降水增加导致河流的径流量增大,河流对河床的下切侵蚀能力变强,最终使河流切穿了以沙丘形成的 Kayenta 地层。当干旱气候再度出现时,美国西北部被大规模沙漠覆盖,在这样的气候背景下,形成了纳瓦霍 (Navajo) 砂岩。其中在侵蚀时期内形成了第四个不整合面。

泥面的出现形成了卡梅尔 (Carmel) 地层并且形成了 Entrada 砂岩。长时期的侵蚀剥蚀掉区域内大部分的 San Rafael 岩群以及白垩纪时期形成的所有地层。

7000 万年前的 Laramide orogeny 造山运动开始抬升区域中的落基山脉。侵蚀加剧,当科罗拉多峡谷下切到 Paradox 地层的盐床时,上覆地层向河谷延伸,形成了地堑。在更新世 (Pleistocene) 冰期期间,降水增多,加剧了河谷向下切蚀的速度。类似的下蚀作用一直持续至今,但是下蚀速率相对较低。

总之,天空之岛的方山主要有两大类型,其中侵蚀残留区以岩柱、岩墙为主,另一类为长条形突出岩体 (图 1-1)。它们都是海相砂岩地层,经历长期的构造抬升后,遭受地表径流侵蚀而形成的产物。



图 1-1 美国峡谷地方山全貌 (截图于 Google 地图)

二、非洲南角的著名方山——南非桌山

1. 位置

桌山(Table Mountain)位于南非的南端开普敦,处于大西洋与印度洋两大洋的比邻处,是南非乃至世界上最著名的平顶山之一,是南非开普敦半岛国家公园的重要组成部分。

桌山呈近东西向展布、耸立于划分两大洋的开普敦半岛北端、开普敦城市西郊,其余脉狮子头峰、信号山、魔鬼峰与之相连,背靠不远处的高山峻岭,前拥波光粼粼的大西洋海湾,与印度洋海湾比邻。桌山南部的海湾为天然良港,并因桌山而得名为桌湾。

桌山是开普敦市的著名地标,桌山顶部的风景被列为南非最著名的景观之一,对世界游客具有极强的吸引力。来此游览的游客既可以通过空中索道到达桌山之巔,也可以徒步攀登至山顶,在桌山的平坦顶面上可俯瞰开普敦市和桌湾全貌,并且可以同时欣赏大西洋与印度洋两大洋的汹涌波涛、旖旎风光。

2. 几何形态

桌山主峰海拔高度 1086 米,山顶平坦恰似一个巨大的桌面。由于地处印度洋和大西洋两洋交汇的特殊地理位置,加上奇特的地中海型气候条件,山顶常年云雾缥缈,恰似一张轻薄的桌布,变幻着神奇莫测,有时云雾也会偶然散去,但这样的日子一年中屈指可数,而且每次也就持续数个小时。

在桌山顶部两端令人印象深刻的悬崖之间,平坦的顶面长约 3 千米(其中非常平缓的顶面长约 1500 米),宽 200 多米。桌山,东边以魔鬼峰(Devil's Peak)为界、西边以狮子头峰为界,构成了开普敦城区生动的背景。岩壁高耸,在开普敦城的衬托下雄伟壮观。在桌山东边,还发育了一个锥形孤峰,与桌山遥相辉映,意趣盎然。湛蓝的天空,碧绿的坡麓,包围着本色依然的桌山岩壁,层次清晰,风景独秀。

3. 岩性及地层特征

南非方山台地上部地层由奥陶纪石英砂岩组成,通常被称作“方山砂岩”(Table Mountain Sandstone),这类砂岩具有很高的抗风化性能,常常形成特征鲜明的陡峭灰色峭壁。在砂岩的下部,是一层含云母的基部页岩,这类页岩非常易于被风化,由于风化物的覆盖使得这类页岩层的出露不明显。岩壁的基底是由晚

前寒武纪高度变质的千枚岩和角页岩(phyllites and hornfelses)褶皱地层组成,它们以被非正式地称呼为白垩土页岩(Malmesbury shale)而闻名,曾经经受过开普花岗岩(Cape Granite)的入侵。

基底岩石远非“方山砂岩”那样具有极强的抗侵蚀能力,但是,开普花岗岩的抗风化能力却较强,其主要露头在狮子头峰的西边可见。

桌山顶部远看非常平坦,但在身临其境之时,会有不同的观感。由于长年受到海风的吹袭以及山顶土壤缺乏,缺少乔木,而在岩石节理缝隙中生长了灌木植物和草被。砂岩顶面边部看不到平整的砂岩层面,而是风化剥蚀残余的各类怪石,有的像浑圆的大石球、有的像沧桑的巨人、有的像舞蹈的仙女、有的像犀利的宝剑,等等。这是地表主要受风力影响,经过长期剥蚀作用而成的产物。

邱建平认为,南非桌山的形成主要是风蚀产物,也是风蚀地貌的一类。风蚀地貌多见于岩性强弱相间的沉积岩(主要是砂岩、泥岩等)地区,由风蚀作用所形成的风蚀地貌在大风区域有广泛的分布,特别是正对风口的迎风地段发育更为典型。南非开普敦正好位于大西洋的巨大风口上。突兀隆起千余米海拔高度的桌山正对风口的迎风地段,风蚀作用特别强烈,在经历了几千万年不断的风力侵蚀后,形成了如今蔚为壮观的风蚀方山地貌^[1]。

但是,对于陡峻的桌山岩壁的形成,仅用风蚀作用是难以圆满解释的,因为陡峻的岩壁自然有沿岩石节理缝隙的崩塌作用的制约。如前所述,该方山的岩壁地层是由石英砂岩构成的,而其底部是非常容易风化的页岩。这两类岩石存在明显的差异风化特征,砂岩底部的页岩风化速率大、向内凹进的程度显著,从而引起上部一部分砂岩体的悬空和失稳,及至难以承受重力崩塌时自然就发生岩体坠落,形成陡峻的崩塌面。另外,桌山石英砂岩与下部侵入页岩地层的火山岩之间形成了不整合接触面,这个不整合面也是上部砂岩地层失稳崩塌的因素之一。

南非桌山的砂岩具有近水平层面,水平层理不发育,但是斜层理或交错层理非常发育,这可能揭示了滨海相沉积体系。因为滨海相石英砂岩粒度较细、分选好,而且胶结成岩作用也较好,使得桌山砂岩体具有很强的抗侵蚀能力。

4. 相关传说

桌山因为岩壁陡峻、顶部平坦开阔而雄浑,也因为桌布似的云雾常年笼罩而神秘。关于桌山之云还有一个久远而有趣的传说:一天,一个名叫范汉克斯的海盗在桌山附近和一个魔鬼相遇,他们便在一块马鞍形的岩石旁一边吸烟斗,一边攀谈起来。那天情绪不错的魔鬼向海盗透露说,山上只剩下一个为赎回罪孽的魔鬼保留的温暖洞穴。准备改邪归正的海盗灵机一动,提出与魔鬼进行吸烟比赛,

谁赢了,那个温暖的去处就属于谁。他们的竞赛一直延续至今,因此桌山上从此总是云雾缭绕。为什么冬天没有云了呢?那是因为魔鬼和海盗现在年事已高,在阴冷潮湿的冬日暂停比赛。

三、温岭大溪方山

1. 位置

温岭大溪镇方山位于总面积 450 平方千米雁荡山脉之中,是浙江省温岭长屿一方山地质公园的一部分。浙江省温岭长屿一方山地质公园,位于温岭市中西部,包括两大部分:长屿硐天古采矿(石板)洞窟遗址及附近的自然人文景观;方山和南嵩岩地区的火山岩地质遗迹与历史文化景观。温岭大溪方山已与著名的南非桌山结为“姐妹山”。

2. 景观特征

温岭市大溪镇境内的方山,是在一亿多年前的原始地貌改变过程中留下的火山遗迹,是亚洲最大的中生代流纹岩火山台地。景区面积 9.88 平方千米,周围绝壁深谷,高差皆在 100 米以上,气势磅礴。山顶 700 亩(1 亩 $\approx$ 666.67 平方米,下同)台地坦荡开阔,恍若空中平原,天外琼台。

温岭方山岩壁陡峭,顶部较为平缓,没有乔木,草被发育。方山岩体耸立云天,雄浑壮观,其火山岩地层的柱状节理非常发育。

温岭大溪镇典型方山成长条状,岩壁如斧劈,顶部平坦开阔,在阳光的照射下,岩壁金碧辉煌,与岩壁下部坡麓地带的翠绿植被形成鲜明对比。

陶奎元等^[2]认为,雁荡山独特的流纹岩地貌景观,在形态、成因、审美学意义上均有别于砂砾岩地貌、喀斯特地貌、丹霞地貌和花岗岩地貌,雁荡山地貌可以作为中生代火山岩地貌的模式地,它具有典型性、代表性,可称之为雁荡山地貌或雁荡山型火山岩地貌。同时,他们对雁荡山地貌进行了分类,类别包括“叠嶂”和方山等,认为叠嶂具有“山体直立似屏障,其顶平身陡,两侧直立面为断崖”的特征。

嶂者方展如屏,陡崖直耸云霄。对雁荡山的嶂使用“叠嶂”来形容和记载,最早出自徐霞客。雁荡山之洋洋叠嶂均由巨厚的流纹岩层构成,是多期次火山喷发、岩浆溢流而成。从岩浆岩的叠层数目可判断火山岩浆的溢流次数。其中横纹、曲纹均为岩浆流动的标记,纵纹理为垂直岩层的节理(裂隙)^[3]。

奇异、雄壮、秀丽并蓄于叠嶂,从不同方向观之,景色各异:于谷底,环视之嶂

壁回合;平视之,如城如墙;仰视之,回嶂通天,非中午、子夜不见日月,震撼心灵;于高处俯视之,顶齐等高,排列分明,时断时续,展布有序^[2]。

雁荡山叠嶂有:铁城嶂、游丝嶂、化城嶂、屏霞嶂、紫薇嶂、莲台嶂、朝阳嶂等。呈环状分布、厚度在30米左右的流纹岩层,构成富有个性的叠嶂,显然有别于其他名山通常的断崖^[2]。

雁荡山之方山,呈方形或长方形山体,由流纹岩组成,其顶平而周边陡直,为两个方向的陡层崖。温岭方山是雁荡山地貌的一个重要组成部分。方山山顶平缓、开阔,周围为如刀削般的陡崖,气势恢宏,令人叹为观止;崖下为平缓的山麓。从下仰望,巍峨磅礴之势赫然在目^[2]。

3. 岩性及地层特征

东西长25千米,南北长18千米的雁荡山气势磅礴,众山脉皆拔地而起,山势雄奇堪比黄山,其地质遗迹更是堪称中生代晚期亚欧大陆边缘复活型破火山形成与演化模式的典型范例。它记录了火山爆发、塌陷、复活隆起的完整地质演化过程,享有“古火山立体模型”的美誉。而位于温岭境内的雁荡山北沿余脉——方山是这一“立体模型”无法忽视的所在:它是中国最大的火山平台,是对以峰、嶂、岩洞景观为特色的雁荡山奇绝风光的最佳补充^[2]。

陶奎元等^[2]从地质的角度对雁荡山叠嶂及方山的形成与火山作用进行了有益探讨,认为方山熔岩台地貌是由山峰顶部的层状玻璃质火山岩帽发育而成的以裸岩陡崖为特征的地貌。雁荡山火山先后经历了四期喷发,形成由下而上四个岩石地层单元,火山喷发后又有岩浆侵入,构成一个侵入岩单元。

雁荡山火山第一期喷发:第一岩石地层单元,其岩相为火山碎屑流,代表性岩石为低硅流纹质熔结凝灰岩,分布于破火山边缘带,呈围斜内倾,火山内部由于断裂切割,于溪谷底部有部分出露^[2]。第二期喷发:第二岩石地层单元,其岩相为溢流相与侵出相,代表性岩石为流纹岩,呈复合熔岩流单元或岩弯。该岩石地层单元叠加在第一岩石地层单元之上,岩层近于水平或略向内部倾斜。雁荡山的嶂、洞和主要瀑布均分布这一岩石地层单元之中^[2]。第三期喷发:第三岩石地层单元,其岩石主要为空落凝灰岩,局部有薄的流纹岩层,凝灰岩带构成小型峰丛^[2]。第四期喷发:第四岩石地层单元,其岩相为火山碎屑流,代表性岩石为高硅流纹质熔结凝灰岩。该岩石地层单元分布最高层位,通常构成雁荡山锐峰^[2]。

岩浆侵入单元:上述四期火山喷发结束之后有岩浆侵入,在破火山中发育中央侵入体,其岩石为斑状石英正长岩^[2]。

上述四个岩石地层单元在剖面上依次叠置,在水平面由外向内呈环状分布,

构成了一个极其典型的破火山口^[2]。

叠嶂与方山地貌与丹霞地貌相似,具有“顶平、身陡、麓缓”的特征,但其岩壁以棱角鲜明区别于后者的圆滑。在中国已建成的 13 个以火山地质遗迹为主体的国家地质公园,多数为新生代火山地质遗迹。像方山这样的单纯由中生代火山岩构成风景秀丽的地质公园并不多见,其开阔台地和丰富的地貌景观(含梅雨瀑等),在中国火山岩风景区极为罕见^[2]。

4. 形成及演化

雁荡山叠嶂及方山地貌是内、外动力地质作用共同作用的结果。内动力地质作用首先形成了大型破火山,其后经历了地壳抬升剥蚀火山构造、区域构造断裂和岩石节理作用导致岩石破裂岩块崩塌、流水侵蚀以及风化剥蚀等外动力地质作用,最终形成了雁荡山岩石地貌^[2]。北宋科学家沈括游雁荡山后得出了流水对地形侵蚀作用的学说,这比欧洲学术界关于侵蚀学说的提出早 600 多年^[2]。

四、其他方山

上述方山在形态特征方面具有很好的一致性,但是在岩性和形成过程方面却有相当大的差异,它们从不同方面展示了大多数方山的地层构成和形成过程。下面简单介绍展示部分其他具有特色的方山。

1. 意大利魔帝圣者方山

魔帝圣者方山(the mesa of Monte Santo)位于意大利撒丁岛中北部的 Logudoro,似缓坡山坡顶部出现了较厚层基岩山冈,顶部平坦,与其下部风化较强的岩层不同。从植被发育情况看,缓坡山坡上植被茂密,表明风化土层较厚,而方山顶顶部基岩裸露,植被不发育,岩壁及山顶部都没有乔木,表明很少保留风化层。由此可见,意大利魔帝圣者山峰也属于方山。

2. 美国格拉斯山脉的方山

格拉斯山脉(玻璃山脉,Glass Mountains)位于美国俄克拉荷马州西北部,它由一系列方山组成,沿美国 412 公路延展。这类方山基本由下部的紫色易风化岩层形成山峰的主体部分,顶部出现较厚层灰色基岩形成了陡峭的岩壁和平坦的顶面,成为色彩对比强烈的方山山系。

美国俄克拉荷马州格拉斯山方山的典型性在于,其岩性不同于前述的其他主要方山,顶部是厚层石膏帽,下部是易于被侵蚀的胶结较弱的砂砾岩、泥岩等沉积

地层构成,该方山位于美国俄克拉荷马州伍兹县境内。这个方山的最大特色在于山顶方山岩体为石膏地层,厚度较大,虽然也属于蒸发岩体,但是却不同于其他地方可见的碳酸盐岩,当然,从岩性上看,更不同于那些砂岩方山、火山岩方山。鉴于方山的潜在旅游价值,目前,俄克拉荷马州政府已经在此建立了一个公园,给登山者提供了徒步登上方山的机会。

3. 阿根廷瑟罗—尼格罗(Cerro Negro)方山

瑟罗—尼格罗方山位于阿根廷的 Zapala 地区,该方山的平面形态不规则,岩层似乎不是特别致密,但是差异风化作用还是导致形成了顶部平坦、山坡较陡的方山地貌。当然,该方山相对周边地区其高程差并不是非常突出。另外,该方山处于干旱—半干旱气候区,草类植被寥落,乔木甚至灌木类植被罕见。

4. 美国科罗拉多高原纪念碑峡谷(Monument Valley)的方山

在科罗拉多高原地区一个由砂岩形成的巨型孤峰群区域,其中最大的孤峰高于谷底约 300 米。该区域位于亚利桑那州北方州界和犹他州南方州界(坐标大约 $36^{\circ}59'N, 110^{\circ}6'W$) 的附近。纪念碑峡谷在纳瓦霍族保留地之内,可经由美国 163 号公路到达。

纪念碑峡谷是科罗拉多高原的一部分。谷底大多是含粉砂岩的卡特勒组(Cutler Formation)地层或从河流切穿峡谷形成的砂质沉积物。纪念碑峡谷的鲜艳红色来自于风化的砂岩中暴露的铁氧化物,谷中较暗的蓝灰色岩石则是来自氧化锰的侵染。

谷中的孤峰清楚分成多个地层,最主要的地层有三个。最底下的地层是称为 Organ Rock 的页岩,中间则是谢伊层砂岩(de Chelly),最顶层则是称为孟科匹(Moenkopi)层的页岩,更上方被称为 Shinarump 的粉砂岩覆盖。纪念碑峡谷内有许多巨型岩石结构,其中包含了“太阳之眼”(Eye of the Sun)。

这里除了上述孤丘群居方山外,还有一类长形方山,其地层组成及结构大致与前述孤丘状方山类似。

5. 河北省嶂石岩景区的方山

嶂石岩风景名胜区(以下简称嶂石岩)位于河北省赞皇县境内,距省会石家庄市 86 千米,是距省会最近的消夏避暑天然胜地,为国家级风景名胜区、国家地质公园、国家 AAAA 级旅游景区。景区总面积 120 平方千米,主要分为纸糊套、冻凌背、圆通寺和九女峰四个景区。嶂石岩区位优势显著,东临天下第一桥赵州桥,西接大寨虎头山,北连革命圣地西柏坡,南牵临城崆山白云洞,居于冀南黄金旅游