

雁荡山水探秘

——雁荡山世界地质公园地理野外实习教材

吕惠进 叶玮 赵虎 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

浙江师范大学资源分析与规划省级实验教学示范中心资助

雁荡山水探秘

——雁荡山世界地质公园地理野外实习教材

吕惠进 叶玮 赵虎 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

雁荡山水探秘:雁荡山世界地质公园地理野外实习教材/吕惠进,叶玮,赵虎编著. —武汉:武汉大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-307-10830-1

I. 雁… II. ①吕… ②叶… ③赵… III. 雁荡山—地质调查—教育实习—教材 IV. P562.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 105311 号

责任编辑:李汉保 责任校对:王 建 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:通山金地印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:12 字数:270千字 插页:1

版次:2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

ISBN 978-7-307-10830-1 定价:28.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 简 介

地理野外实践教学是地理教学中不可或缺的重要环节，通过野外实践教学，可以提高学生学习地理的兴趣，巩固在课堂教学中获得的知识，丰富和拓展地质与地貌学的相关知识，熟悉、掌握地理观察与调查的基本技能。

作者系统地收集了近十几年的相关研究成果，多次赴地质公园实地考察，获得了大量的第一手资料，为教材的编写奠定了基础。本书从地质遗迹入手，首先介绍了地质遗迹的概念与类型，地质遗迹的保护内容，地质公园、矿山公园的建设历程及其现状；然后深入浅出地阐述了雁荡山世界地质公园的自然地理特征、地质特征、主要地质遗迹及其成因演化和其他旅游资源；并根据相关的规划，结合地理专业特点与学生的实际，设置了合理的考察路线与考察内容。

本书可以作为地理专业学生地质地貌野外实习的指导书，也可以作为旅游专业、城市规划专业的野外考察参考教材，还可以作为地学爱好者到雁荡山世界地质公园游览观光的参考书。

序

提笔之初，回想吕惠进教授冒着酷暑、大汗淋漓地来到管委会，让我为《雁荡山水探秘》一书作序，其质朴的言语和敬业精神，令我为之感动，内心不由得对这位长期从事地质地貌研究的专家、多年执教于浙江师范大学地理与环境科学学院的教授肃然起敬，故欣然命笔。

雁荡山在一亿多年的地质演变历程中，经历了火山爆发、塌陷、复活、隆起的完整过程。星移斗转、沧海桑田，原始的火山地貌被不断改变，却留下众多的古火山遗迹。早在公元 1074 年，北宋著名科学家沈括在游雁荡山后得出了流水的地形侵蚀作用的学说，比欧洲学术界关于侵蚀学说的提出要早 600 多年，但今天我们可以说，沈括没有发现雁荡山“穹崖巨谷不类他山”的真正原因，火山地质地貌才是雁荡山之根本，为流水这把“刻刀”提供了绝佳的素材。雁荡山的科学价值一直得到专家的认可，中国地质科学院火山矿产研究中心首席科学家陶奎元认为，雁荡山是“研究考察流纹岩火山的天然博物馆”。在现有的世界地质公园网络中，雁荡山世界地质公园以其“中生代晚期白垩纪完整的破火山多样性地质景观”的完美结合而得以跻身于世界名山之列，享有“古火山立体模型”的美誉，为人类的地质科学研究留下了一部永久性文献。

“水火雁荡”历经亿年的“熔炼”，最终成就了今天的叠嶂、锐锋、石门、洞天、幽谷、瀑潭、涧溪、河流等被誉为“天下奇秀”的地质地貌景观之美；且嶂峰洞谷湖瀑层层递进、回环曲折，却又浑然一体；山外，近有江南绿野平畴，远有东海碧波万顷；移步换形、昼夜变换，使得雁荡山不仅有特殊的地质科学意义，且具极高的美学、科普教育和旅游观赏价值。

雁荡山特有的地质景观和生态景观，不仅是当地之福、国家之幸，也是对世界的贡献。自 2005 年雁荡山被评为世界地质公园以来，一路凯歌，努力践行地质公园“保护、教育、旅游”的三大宗旨。近年来，雁荡山世界地质公园在地质遗迹保护、科普教育、公园发展与建设以及促进当地旅游经济发展等方面付诸了巨大努力，取得较大成效，特别是近期在各级领导的重视、公园专家的指导下，对公园进行了进一步地整改，更加注重游客的体验与参与互动，推出多种形式的科普宣传，不断提升雁荡山世界地质公园的品牌影响力，不断推动公园旅游经济的可持续发展。2013 年 6 月，为了迎接联合国教科文组织专家对雁荡山世界地质公园的第二轮发展评估，公园进行了认真的迎检和总结。令人高兴的是，这次评估得到了来自德国的 Frey、英国的 Border 两位专家的肯定，并得到了上级领导的赞扬和好评。

词有尽而意无穷。在此，非常感谢吕惠进、叶玮、赵虎三位专家教授不辞辛劳、多次赴雁荡山实地考察与研究，掌握了大量第一手资料并举证一系列有力之观点。《雁荡

山水探秘》一书内容丰富、深入浅出、图文并茂，不仅是地理科学专业野外实习的指导书，也可作为其他地学相关专业及地学爱好者进行地理考察、旅游的参考书。并希望越来越多的地学爱好者、旅游观光及休闲度假者来共同探寻雁荡山水之秘，共同解读这本神奇震撼的“地球历史书”，共同分享雁荡山水之瑰丽诗篇、石火之倾世交响！

驻笔时，夜已深。拜读《雁荡山水探秘》，唯感自浅见陋作，幸有此书启迪，是为序。

雁荡山风景旅游管委会副书记
常务副主任

楊書元

2013年7月于雁荡山

目 录

第1章 概述	1
1.1 地质遗产与地质遗迹	1
1.1.1 地质遗产	1
1.1.2 地质遗迹	2
1.2 世界地质公园	24
1.2.1 地质公园	25
1.2.2 世界地质公园网络	27
1.2.3 中国的世界地质公园	38
1.3 国家地质公园	46
1.3.1 国家地质公园的定义	46
1.3.2 国家地质公园必须具备的条件	46
1.3.3 国家地质公园功能区的划分	47
1.3.4 中国国家地质公园	48
1.4 国家矿山公园	50
1.4.1 矿业遗迹	50
1.4.2 国家矿山公园	52
1.5 雁荡山世界地质公园概述	57
1.5.1 雁荡山(主园区)	57
1.5.2 方山—长屿硐天(东园区)	58
1.5.3 楠溪江(西园区)	58
第2章 雁荡山(主园区)	59
2.1 概述	59
2.1.1 地理位置与交通	59
2.1.2 自然地理概况	59
2.1.3 雁荡山地质公园的特征	60
2.2 地质特征	63
2.2.1 区域地质特征	63
2.2.2 火山作用及其演化阶段的划分	64
2.2.3 火山岩岩相、岩性特征	67

2.2.4	火山岩矿物成分与化学成分特征	73
2.2.5	成因与构造背景	76
2.2.6	地质构造	77
2.3	地貌特征	78
2.3.1	地貌类型	78
2.3.2	流纹岩地貌景观	79
2.4	主要地质遗迹与旅游资源及其价值	88
2.4.1	主要地质遗迹及其旅游资源类型与等级	88
2.4.2	人文景观资源	91
2.4.3	雁荡山主要地质遗迹及其价值和意义	92
2.4.4	雁荡山地质公园其他旅游资源的价值和意义	93
2.4.5	雁荡山地质公园主要的地质景观与旅游资源	94
2.5	地质遗迹的保护	116
2.6	考察路线	117
2.6.1	雁荡山破火山南部岩石地层剖面——上灵岩村—百岗尖	118
2.6.2	雁荡山火山东部岩石地层剖面——王家岙—七星洞、五峰山	120
2.6.3	智仁球粒流纹岩与基底涌流凝灰岩	122
2.6.4	大龙湫—方洞—灵岩—三折瀑—响岭头路线	122
第3章	方山—长屿硐天(东园区)	124
3.1	长屿硐天国家矿山公园	125
3.1.1	概述	125
3.1.2	自然地理特征	127
3.1.3	地质特征	127
3.1.4	长屿地区的采石历史	130
3.1.5	矿业遗迹及评价	133
3.1.6	矿山公园内其他景观资源	145
3.1.7	主要考察内容	147
3.2	方山—南嵩岩	152
3.2.1	概述	152
3.2.2	地质特征	154
3.2.3	方山景区主要地质遗迹	154
3.2.4	方山景区其他旅游资源	163
3.2.5	方山景区考察路线与内容	165
第4章	楠溪江(西园区)	167
4.1	概述	167
4.1.1	自然地理特征	167

4.1.2 主要特征	169
4.2 主要地质遗迹与旅游资源	171
4.2.1 大若岩景区	171
4.2.2 石桅岩景区	174
4.2.3 楠溪江及沿江农村文化景区(岩头中心区)	176
4.2.4 北坑景区	178
4.2.5 陡门景区	178
4.2.6 四海山景区	179
4.2.7 水岩景区	179
参考文献	180

第1章 概述

1.1 地质遗产与地质遗迹

1.1.1 地质遗产

地质遗产是指在地球演化的漫长地质历史时期,由于内、外动力的地质作用形成、发展并遗留下来的不可再生的矿产资源和地质遗迹,地质遗产是生态环境的重要组成部分。

广义而言,地球上由地质作用形成并保存下来的自然产物和遗迹都可以称为地质遗产。因此地球上各类地质体及其组成地质体的岩石、矿物、生物化石和地质现象等,均属于地质遗产。但是,对于人类有意义的是那些目前可以利用、且有一定价值的地质遗产。因此从科学研究的意义和经济开发价值的角度,可以狭义地界定地质遗产的内涵:即在目前经济技术条件下可以利用;出露地表或埋藏在一定的深度范围内;具有一定的值得开发利用的价值;具有一定的规模。

地质遗产是人类赖以生存的物质基础,给人类提供了90%的能源、40%的水资源、80%的工业原材料、70%的农业原材料和大量的日常生活用品原材料。地质遗产还为人类提供了多姿多彩、美轮美奂的奇特自然景观和宝玉石、奇石等。地质遗产在国民经济建设和人们日常生活中具有不可替代的作用。

1. 地质遗产的类型

目前,一般按地质遗产的性质、用途,将地质遗产分为矿产资源与地质遗迹两大类。

矿产资源已有较成熟的分类,若笼统划分则按矿产属性分为能源矿产、金属矿产、非金属矿产和水气矿产4种类型,每种类型再进一步分为若干矿产类。

对于矿产资源地,一般按规模划分为矿床和矿点,再按矿种作进一步分类。从研究和勘查的角度,一般按成因将矿床划分为岩浆矿床、伟晶岩矿床、热液矿床、风化矿床、沉积矿床和变质矿床6大类型;再按成矿作用进一步划分为若干不同成因类型。有的按赋矿主岩组合划分为不同矿床类型。

2. 地质遗产体系

隗合明等学者着眼于地质遗产的开发与保护,综合考虑地质遗产的属性、功能、价值、影响力和保护形式等方面,构建了地质遗产体系。地质遗产体系由3个基本系列组合构成,包括11个系列、若干个亚系列和若干个类型。

(1) 矿产资源型遗产系列组合

①基础产业用矿产资源

该系列包括能源用矿产亚系列（如煤、石油、天然气、铀、地热水），冶金用矿产亚系列（如铁、铜、锌、熔剂白云岩），建材用矿产亚系列（如花岗岩、石膏），化工用矿产亚系列（如硫铁矿、芒硝），农业用矿产亚系列（如磷、钾盐）等。

②高新技术产业用矿产资源

该系列包括信息产业用矿产亚系列（如石墨、石榴子石等），国防航天科技用矿产亚系列（如制作高级陶瓷的长石），纳米材料用矿产亚系列（如纳米级粘土矿）等。

③美化生活环境用矿产资源

该系列包括环境保护用矿产亚系列（如浮石、泥炭等），装饰装修用矿产亚系列（如花岗岩、辉长岩、蛇纹岩、大理岩），工艺雕刻用矿产亚系列（如宝玉石及大理岩、花岗岩等岩石中的名优品种），美化观赏用矿产亚系列（如宝玉石、奇石、盆景石），艺术文化用矿产亚系列（如砚石、印章石）等。

(2) 旅游资源型遗产系列组合

①山岳地貌景观

该系列包括山岳奇峰景观、丹霞地貌景观、冰川地貌景观、砂岩峰林地貌景观等亚系列。

②水域地貌景观

该系列包括河流峡谷景观、瀑布景观、流泉景观、湖泊景观、海滨景观等亚系列。

③喀斯特景观

该系列包括喀斯特洞穴景观、高寒喀斯特景观、喀斯特地貌景观等亚系列。

④火山地貌景观

该系列包括海底火山地貌景观、陆地火山地貌景观等亚系列。

⑤黄土荒漠地貌景观

该系列包括黄土景观、戈壁景观和荒漠景观等亚系列。

(3) 科教资源型遗产系列组合

①重要地质作用及其演化遗迹

该系列包括长期完整沉积地层、强烈构造活动形迹、岩浆及火山（包括热液）活动遗迹、冰川活动遗迹等亚系列。

②古生物活动及演化遗迹

该系列包括古动物活动遗迹、古植物生长遗迹、微体古生物遗迹等亚系列。

③特殊成岩、成矿事件遗迹

该系列包括宝玉石形成遗迹、超大型矿床形成遗迹、观赏石形成遗迹、喷出岩形成遗迹等亚系列。

④地质灾害发生遗迹

该系列包括地震遗迹、滑坡遗迹、泥石流遗迹、山崩遗迹、塌陷遗迹等亚系列。

1.1.2 地质遗迹

地质遗迹是指在地球演化的漫长地质历史时期，由于各种内、外动力地质作用，形

成、发展并遗留下来的珍贵的、不可再生的地质自然遗产。

地质遗迹是人类揭示地球环境演化规律的重要窗口，也是生态环境的重要组成部分和构成旅游景观的资源基础。

1. 地质遗迹的分类

地质遗迹依其形成原因、自然属性等可以分为具有重要观赏价值和重大科学研究价值的地质地貌景观；具有重要价值的地质剖面 and 构造形迹；具有重要价值的古生物化石及其产地；具有特殊价值的矿物、岩石及其典型产地；具有典型意义和特殊意义的地质灾害遗迹等类型。

依据国家地质公园规划编制技术要求（国土资发〔2010〕89号），地质遗迹分为地质（体、层）剖面、地质构造、古生物、矿物与矿床、地貌景观、水体景观和环境地质遗迹景观等七大类，结合浙江省地质遗迹特点，进一步细分为类、亚类与型，如表1-1所示。

表 1-1 地质遗迹的类型

大 类	类	亚 类	型
地质（体、层）剖面 大类	1. 地层剖面	(1)全球界线层型剖面(金钉子)	
		(2)全国性标准剖面	
		(3)区域性标准剖面	
		(4)地方性标准剖面	
	2. 岩浆岩（体）剖面	(5)典型基性、超基性岩体(剖面)	
		(6)典型中性岩体(剖面)	
		(7)典型酸性岩体(剖面)	
		(8)典型碱性岩体(剖面)	
	3. 变质岩岩相剖面	(9)典型接触变质带剖面	
		(10)典型热动力变质带剖面	
		(11)典型混合岩化变质带剖面	
		(12)典型高、超高压变质带剖面	
	4. 沉积岩相剖面	(13)典型沉积岩相剖面	
地质构造 大类	5. 构造形迹	(14)全球(巨型)构造	
		(15)全国(大型)构造	
		(16)中小型构造	
古生物 大类	6. 古人类	(17)古人类化石产地	
		(18)古人类活动遗址遗迹	
	7. 古动物	(19)古无脊椎动物化石产地	
		(20)古脊椎动物化石产地	
	8. 古植物	(21)古植物化石产地	
矿物与矿床 大类	9. 古生物遗迹	(22)古生物活动遗迹	
	10. 典型矿物产地	(23)典型矿物产地(含观赏石、宝玉石产地)	
		(24)典型金属矿床	
		(25)典型非金属矿床	
		(26)典型能源矿床	
	11. 典型矿床		

续表

大 类	类	亚 类	型
地 貌 景 观 大 类	12. 岩石地貌景观	(27) 花岗岩地貌景观	单体: 岩岗、堡峰、塔峰、屏峰、柱峰、塔峰、簇峰、石柱、突岩、石臼、石蛋、竖洞、崩积洞、倒石堆、峡谷、湖泊、组合: 峰丛、峰林、石林
		(28) 丹霞地貌景观	单体: 方山、单面山、峰、崖壁、石墙、石柱、倒石堆、线谷、巷谷、峡谷、宽谷、洞穴(横槽、横洞、竖槽、竖洞、蜂窝状洞穴、壁龛式洞穴)、穿洞、石拱、崩积洞、湖泊组合: 峰丛、峰林
		(29) 火山岩地貌景观	单体: 台地、方山、单面山、岩岗、崖嶂、石墙、峰柱、锐峰、突岩、柱状节理景观、堡峰、石门、横洞、竖洞、石拱、蚀龕、倒石堆、崩积洞、峡谷、湖泊组合: 峰丛、峰林
		(30) 喀斯特地貌景观	地表单体: 峰、石柱、石芽、溶沟、天生桥、穿洞、落水洞、漏斗、岩溶洼地、天坑 地表堆积物: 钙华池、边石坝、钙华坡、钙华崖、钙华坪 地表组合: 岩溶丘陵—洼地、峰丛—洼地、石林、峰丛 洞内蚀余单体: 边槽、悬吊岩、石翼、涡穴 洞内沉积: 钟乳石、鹅管、石笋、石柱、边石坝、石幔、钙板、石荷叶、石花、月奶石、崩积堆、生物层 洞内暗河与水体: 河道、阶地、瀑布、泉、潭、湖、池 地下组合: 廊道、洞厅、暗河
	13. 流水地貌景观	(31) 流水侵蚀地貌景观	峡谷、深切曲流、谷中谷、壶穴、岩坎、侧蚀槽、离堆山
		(32) 流水堆积地貌景观	阶地、河漫滩、心滩、天然堤、洪积扇、冲积扇、三角洲
	14. 海蚀海积地貌景观	(33) 海蚀地貌景观	海蚀崖、海蚀柱、海蚀蘑菇、海蚀拱桥、海蚀穴、海蚀平台、岬角
		(34) 海积地貌景观	沙坝、砾石滩、沙滩、泥滩、生物滩、泻湖、沼泽、海滩岩
15. 构造地貌景观		(35) 构造地貌景观	单体: 飞来峰、断层崖、断层三角面、断层谷、穹隆丘、高山湿地 组合: 构造台地、夷平面、构造盆地、掀斜单面山、断块山

续表

大 类	类	亚 类	型
水 体 景 观 大 类	16. 泉水景观	(36)温(热)泉景观	
		(37)冷泉景观	
	17. 湖沼景观	(38)湖泊景观	
		(39)沼泽湿地景观	
	18. 河流景观	(40)风景河段	
环 境 地 质 遗 迹 景 观 大 类	19. 瀑布景观	(41)瀑布景观	
	20. 地震遗迹景观	(42)古地震遗迹景观	
		(43)现代地震遗迹景观	
	21. 地质灾害遗迹 景观	(44)山体崩塌遗迹景观	
		(45)滑坡遗迹景观	
		(46)泥石流遗迹景观	
		(47)地裂与地面沉降遗迹景观	
	22. 采矿遗迹景观	(48)采矿遗迹景观	

2. 地质遗迹的评价与分级

(1) 地质遗迹的评价指标及赋分标准

地质遗迹的评价指标及赋分标准如表 1-2 所示。

表 1-2 地质遗迹的评价指标及赋分标准

指 标		评价依据	赋 分
科学 价值	典型性	类型、特征、规模等具有国际或全国性对比意义	15 ~ 12
		类型、特征、规模等具有区域或全省性对比意义	11 ~ 9
		类型、特征、规模等具有较重要的地学意义	<9
	稀有性	属国内罕见的遗迹景观	15 ~ 12
		属国内少有、省内唯一的遗迹景观	11 ~ 9
		属省内少有的遗迹景观	<9
	系统完整性	现象和过程保存系统完整，能为形成与演化过程提供重要证据	15 ~ 12
		现象和过程保存较系统完整，能为形成与演化过程提供证据	11 ~ 9
		现象和过程保存不够系统完整，但能反映该类型地质遗迹景观的主要特征	<9
美学价值		具有国内少见的景观优美性	25 ~ 21
		具有省内少见的景观优美性	20 ~ 16
		具有一定的景观优美性	<15
科普教育价值		具有国内少见的重要地学科普教育意义	25 ~ 21
		具有省内少见的重要地学科普教育意义	20 ~ 16
		具有一定的地学科普教育意义	<15
旅游开发价值		具有很高的 人文、生态、知名度、社会经济等条件	25 ~ 21
		具有较高的人文、生态、知名度、社会经济等条件	20 ~ 16
		具有一定的人文、生态、知名度、社会经济等条件	<15

注：80 ~ 100 分为Ⅰ级，65 ~ 79 分为Ⅱ级，65 分以下为Ⅲ级。

(2) 地质遗迹的分级及其标准

1) 国家级及以上

①能为一个大区域甚至全球演化过程中,某一重大地质历史事件或演化阶段提供重要地质证据的地质遗迹;

②具有国际或国内大区域对比意义的典型剖面、化石产地或矿床等;

③具有国际或国内典型地学意义的地质景观;

④能为国际或国内矿业发展史提供证据,或代表当时国际或国内科学技术水平的采矿遗迹景观。

2) 省级

①能为区域地质历史演化阶段提供重要地质证据的地质遗迹;

②有区域对比意义的典型剖面、化石产地和矿床等;

③在地学分区及分类上,具有代表性意义或较高历史、文化、旅游价值的地质景观;

④能为区域矿业发展史提供证据或代表当时区域先进科学技术水平的采矿遗迹景观。

3) 县级

①在小区域范围内具有科学研究价值的典型剖面、化石产地、矿床等;

②在小区域内具有特色的地质景观;

③能为小区域矿业发展史提供证据或代表当时地方科学技术水平的采矿遗迹景观。

3. 浙江省的地质遗迹及其保护

(1) 自然地理与经济社会背景

浙江省地处我国东南沿海、长江三角洲南翼,陆域面积 $10.18 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中山地和丘陵占 70.4%,平原和盆地占 23.2%,河流和湖泊占 6.4%。地势自西南向东北倾斜,山脉呈北东—南西走向。西南多为海拔千米以上的中低山;中部多为海拔 500m 以下的丘陵,40 余个“红层”盆地错落其间;东北部为沿海堆积平原。浙江省海域辽阔,海岸线总长 6486km,其中大陆海岸线长 2200km,面积在 500 m^2 以上岛屿达 3061 个。浙江省属亚热带季风气候,气温适中、雨量充沛。

浙江省下辖 11 个地级市,90 个县(市、区),是我国东部经济最发达、人口密度最大的省份之一。据 2010 年第六次全国人口普查数据,全省常住人口为 5442.69 万人。2010 年全省生产总值为 2.77 万亿元;地方财政收入超过 2608.47 亿元。生态省、文化大省和全面小康社会的建设,迫切 need 加强和保护地质遗迹,为生态环境的保护、地方文化发展、科普宣传和旅游业的国际化提供资源基础。

(2) 地质历史变迁过程

浙江省经历了漫长的地质历史,记录了许多重大地质事件,形成了类型多样、数量众多的地质遗迹。

1000MaBP^①,浙东南与浙西北分属于不同的古陆,被大洋分隔。1000 ~ 900MaBP,

^① MaBP 表示 1 百万年前。

浙东南与浙西北拼接（华南古板块形成）。作为拼接带，著名的江山—绍兴断裂构造带具有重大科学价值。

约 820Ma 前，大陆裂解在浙西北留下了双峰式岩浆岩等地质记录。约 750 ~ 450Ma 前，浙江被海水淹没，沉积在浙西北的碳酸盐岩—页岩中保存了全国乃至全球著名的三叶虫与笔石化石序列。

大约在 450Ma 前，浙东南被挤压隆起为陆地。在随后的 30×10^6 年间，浙西北成为底栖动物繁盛的近陆浅海，形成了连续的地层序列，保存了奥陶纪末全球生物大灭绝时期的重要信息。约 420Ma 前浙西北也隆起为陆地。

约 370Ma 前，海水再次入侵浙江，在石英砂岩—灰岩—页岩中保存了丰富的古生物化石；形成了 250Ma 前的连续的地层序列，成为研究古生代末全球重大变革事件的最好地点。该时期的灰岩成为浙江大量岩溶（喀斯特）景观的物质基础。

约 240Ma 前，浙江西北侧的古特提斯海关闭，华南与华北的碰撞形成了北东方向的褶皱与断裂框架。上述地层序列与构造现象为华南古板块的演化提供了重要证据。

约 180Ma 前延续至今，浙江进入了一个新的地质发展时期，太平洋板块的俯冲和东亚大陆边缘的裂解等事件产生了大量的断陷盆地、岩浆侵入、火山喷发和矿化等地质现象，覆盖了浙江大部分地区，突出的有：浙西北的火山构造洼地、浙中的红盆和古生物化石、浙东的碱性花岗岩、散布全省的白垩纪和古近纪火山与火山地层剖面、特殊的火山岩、非金属矿床和观赏石等，使浙江在环太平洋构造带中占有重要的科学地位。

约 65Ma 以来的新生代，新构造运动强烈，地壳差异升降明显，地质作用塑造的地貌景观得以保存。许多地貌遗迹在地貌科学与美学上具有很高的价值，突出的是浙西北的岩溶（喀斯特）景观、浙中的丹霞地貌和浙东南的流纹岩地貌等。此外，新生代地质遗迹还具有重要的地史价值，广泛发育于浙南及浙西北的多级夷平面、浙中等地的河流阶地以及沿海不同高度的海积海蚀地貌，均记录了地壳升降的历史。一系列地层剖面 and 地貌现象表明，全新世海平面升降引起了浙北平原与钱塘江河口环境的剧变。这一变化导致了浙北古人类文化层的变迁，产生了杭州湾涌潮。地质环境还影响了人类的文化，并因人类活动而留下了珍贵的遗迹。突出的有浙西南的银矿采冶遗迹、浙中及浙东的采石遗迹等。

（3）浙江地质遗迹资源的特点

1) 数量众多，内容丰富

到 2012 年，浙江省初步登录的地质遗迹近 900 处，分属地层、构造、岩石、矿产、古生物、地质灾害、地质地貌、水体等类别，涵盖了地质遗迹的主要类型。其中省级以上的地质遗迹有 273 处，如表 1-3 所示。

2) 科学价值高

在近 900 处地质遗迹中，国家级地质遗迹 57 处，约占 6%；省级 216 处，约占 24%；省级以下 624 处，约占 70%。部分地质遗迹在全国乃至世界享有盛誉，如浙西北记录了古生代生命进化和华南古板块的沉积演化史，是华南及全球的著名标准地层区；全省中生代以来的岩浆侵入、火山喷发、矿化活动和生物遗存是环太平洋构造带最典型、最重要的现象区之一；新生代以来形成的各种剥蚀与堆积地貌景观在地貌学上具

有全国乃至全球性的典型意义。

3) 美学价值高

新生代以来的新构造运动为浙江省塑造了许多在美学与地貌科学上具有很高价值的地貌遗迹。突出的有浙西北的岩溶（喀斯特）景观、浙中的丹霞地貌和浙东南的流纹岩地貌等。这些景观地貌是构成浙江 17 处国家重点风景名胜区的主要风景旅游资源，展示了浙江山川海洋之雄伟、峰林峡谷之幽奇、岩溶洞穴之变幻、丹崖赤壁之神秀，使浙江省成为著名的风景之乡、旅游胜地。全新世海平面升降引起了浙北平原与钱塘江河口的环境剧变，形成了举世闻名的杭州湾涌潮。

4) 地域差异明显、地理分布聚集

根据地质遗迹的成因背景结合其地理分布，浙江省可以分为 5 个地质遗迹区，即浙西北地层古生物与喀斯特景观遗迹区、浙北平原与古人类文化遗迹区、浙中白垩纪红盆与丹霞地貌遗迹区、浙东南中生代火山地质与火山岩地貌遗迹区和海岸岛屿地貌遗迹区。在地理分布上，形成了 30 多处地质遗迹集中区，为地质遗迹的重点保护和适度开发利用提供了有利条件。

表 1-3 浙江省级以上地质遗迹名录及保护现状

遗迹编号	行政属地	遗迹名称	主要保护对象	遗迹等级	保护现状
1	杭州市	西湖	湖泊	国家级	国家风景名胜区
2		钱塘江之江段	河流地貌	省级	
3		六和塔之江组剖面	地层剖面	省级	
4		虎跑泉	泉	省级	
5		龙井老虎洞组剖面	地层剖面	省级	
6		宝石山棋盘格式构造	构造剖面	省级	
7		转塘镇凌家桥山字形构造	构造剖面	省级	
8		龙井—翁家山黄龙、船山组剖面	地层剖面	省级	
9		灵隐寺飞来峰喀斯特地貌	喀斯特地貌	省级	国家风景名胜区
10		西溪湿地	湿地地貌	省级	国家湿地公园
11		留下荆山岭剖面	地层剖面	省级	
12		良渚文化遗址剖面	史前人类遗址	国家级	国家文化遗址
13		山沟沟崩塌遗迹	崩塌地貌	省级	
14		超山寒武系剖面	地层剖面	省级	
15		南阳镇钱江潮	河口地貌与潮汐	国家级	
16		湘湖跨湖桥文化遗址剖面	史前人类遗址	国家级	国家文化遗址
17		桥头虹赤村组剖面	地层剖面	省级	
18		直坞上墅组剖面	地层剖面	省级	