

文章编号: 1009-6248(2002)03-0119-07

# 黄河壶口瀑布国家地质公园地质遗迹的 保护与开发利用

郭 威, 庞桂珍, 屈茂稳, 丁 华

(长安大学, 地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054)

**摘 要:** 重要的地质遗迹是国家的宝贵财富, 是生态环境的重要组成部分。黄河壶口瀑布是我国最大的瀑布之一, 其特有的侵蚀型、潜伏式黄色瀑布属世界罕见。黄河壶口瀑布位于华北板块南缘, 鄂尔多斯地块的东南端, 基底由太古代变质岩系构成, 晋陕峡谷段主要出露三叠系中统纸坊组( $T_{2z}$ )和铜川组( $T_{2t}$ ), 产状近于水平(倾角  $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ )。其构造运动以整体升降为主, 地层有轻微的波状褶曲, 并发育两组节理: 一组走向为  $NE15^{\circ}$ ; 基本顺河流谷底水流的流动方向; 另一组走向为横跨河谷的  $NE70^{\circ} \sim 80^{\circ}$  方向。黄河壶口瀑布的形成与此背景有着密切的关系。在壶口瀑布漫长的形成、发展演化的过程中, 遗留下了许多重要的地质遗迹景观, 主要为河流、干河周边支流、面流、潜流等冲蚀形成的地貌景观, 以及重力侵蚀、风力、水力综合侵蚀和特殊意义的地质遗迹, 具有很强的典型性、科学性和观赏性及国际对比意义。

作者分析了黄河壶口瀑布地质遗迹的类型及特点, 提出了开发利用与保护地质遗迹的原则、设想及措施。

**关键词:** 黄河壶口瀑布; 国家地质公园; 地质遗迹; 保护; 开发

**中图分类号:** P5. F590.3

**文献标识码:** A

地质公园(Geoparks)是以具有特殊的科学意义, 稀有的自然属性, 优雅的美学观赏价值, 具有一定规模和分布范围的地质遗址景观为主体; 融合自然景观与人文景观, 并具有生态、历史和文化价值; 以地质遗迹保护, 支持当地经济、文化和环境的可持续发展为宗旨; 为人们提供具有较高科学品位的观光游览、度假休息、保健疗养、科学教育、文化娱乐的场所。同时也是地质遗迹景观和生态环境的重点保护区, 地质科学研究与普及的基地。

地质遗迹景观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地质自然遗产。重要的地质遗迹是国家的宝贵财富, 是生态环境的重要组成部分。我国是世界上地质遗迹资源比较丰富, 分布地域广阔, 种类齐全的少数国家之

**收稿日期:** 2002-02-19; **修回日期:** 2002-06-03

**基金项目:** 陕西省宜川黄河壶口瀑布国家地质公园项目。

**作者简介:** 郭威(1963-), 男, 陕西西安人, 讲师, 1985年毕业于中山大学地质学系, 现从事地质旅游资源开发与管理教学与研究工作。

—。

黄河壶口瀑布是我国最大的瀑布之一,其特有的侵蚀型、潜伏式黄色瀑布属世界罕见,区内地质遗迹类型齐全,遗迹清晰,规模大,具有很强的典型性、科学性和观赏性及国际对比意义。

## 1 区域地质概况

黄河壶口瀑布位于华北板块南缘,鄂尔多斯地块的东南端,其东和吕梁断褶带为邻,南与韩城—铜川断褶带毗连。地块的基底由太古代变质岩系构成。元古代地块整体隆起,致使元古代地层缺失。古生代构造运动表现为以整体升降或翘倾为特征的地块波动,形成海陆交互相沉积。其中,寒武纪—奥陶纪沉积了灰岩,晚奥陶纪上升为侵蚀准平原,缺失志留—泥盆—早石炭纪地层。中石炭纪再次下沉形成浅海相沉积,而二叠纪则主要沉积了陆相砂页岩。

从中生代至第三纪,鄂尔多斯地块东南部大多处于剥蚀状态,西北部为沉积区。而壶口瀑布所在的宜川县境及周边大片地区,则处于大陆内陆沉积环境,气候干湿交替,形成了三叠系以砂页岩为主的湖相沉积旋回。侏罗纪陕北再次形成含煤盆地,从第三纪晚期到第四纪上新世,盆地的东南部乃至中部,一直保持着内陆盆地的干燥气候环境,并逐渐剥蚀构成一个准平原,形成了一个区域上的沉积间断<sup>[1]</sup>。

综上所述,鄂尔多斯地块属相对稳定地区,其构造运动以整体升降为主,地层有轻微的波状褶曲,未见岩浆侵入。黄河壶口瀑布区两侧山顶大部为第四系覆盖,最上部为上更新世( $Q_3$ )黄土,多分布于塬、梁、峁顶,厚一般为 5~12 m,形成典型黄土地貌;其下为中更新世( $Q_2$ )黄土,上部为棕褐色风成黄土夹颜色较鲜艳的褐红色古土壤,下部夹灰白色钙质结核层。

黄河峡谷主要出露三叠系中统纸坊组( $T_{2z}$ )和铜川组( $T_{2t}$ ),产状近于水平(倾角  $3^\circ \sim 5^\circ$ )。

### 1.1 纸坊组( $T_{2z}$ )

该组取名于铜川市纸坊镇,岩性以紫红、紫灰色为主的砂泥岩互层,下粗上细,含脊椎动物、植物、介形虫和瓣鳃叶肢介等化石,厚度约数百米,属内陆河湖相沉积。

在黄河壶口瀑布区,纸坊组视岩性组合特征划分为 3 部分:下部为紫红、灰黄色砂质泥岩、粉砂岩和细砂岩互层,偶夹青灰色页岩,在黄河壶口瀑布区范围内构成河床的底板;中部以紫红色泥岩为主,夹紫灰、灰绿色粉砂岩,构成黄河壶口瀑布区的斜坡地貌,是坡积裙主要分布地带;上部以灰绿、黄灰色粉砂岩和细砂岩为主,互层产生,形成区内高峻的方山地貌。

### 1.2 铜川组( $T_{2t}$ )

底部以块状中、粗砂粒岩开始,至顶部为黑、深灰绿色页岩,自下而上由粗变细。铜川和壶口的同一套地层相互可以进行对比,区域上有一定的相变差异,仍属内陆河湖相沉积。

在黄河壶口瀑布区铜川组主体以一套黄绿、灰绿色岩石为主,下段黄绿、灰绿、黄灰色细砂岩为主,夹粉砂质泥岩;上段灰绿、灰黑色页岩、油页岩、泥质粉砂岩为主。铜川组和纸坊组之间为整合接触。

壶口瀑布区域以及晋陕河段的两岸的基岩山地发育两组节理。一组走向为 NE15 基本顺

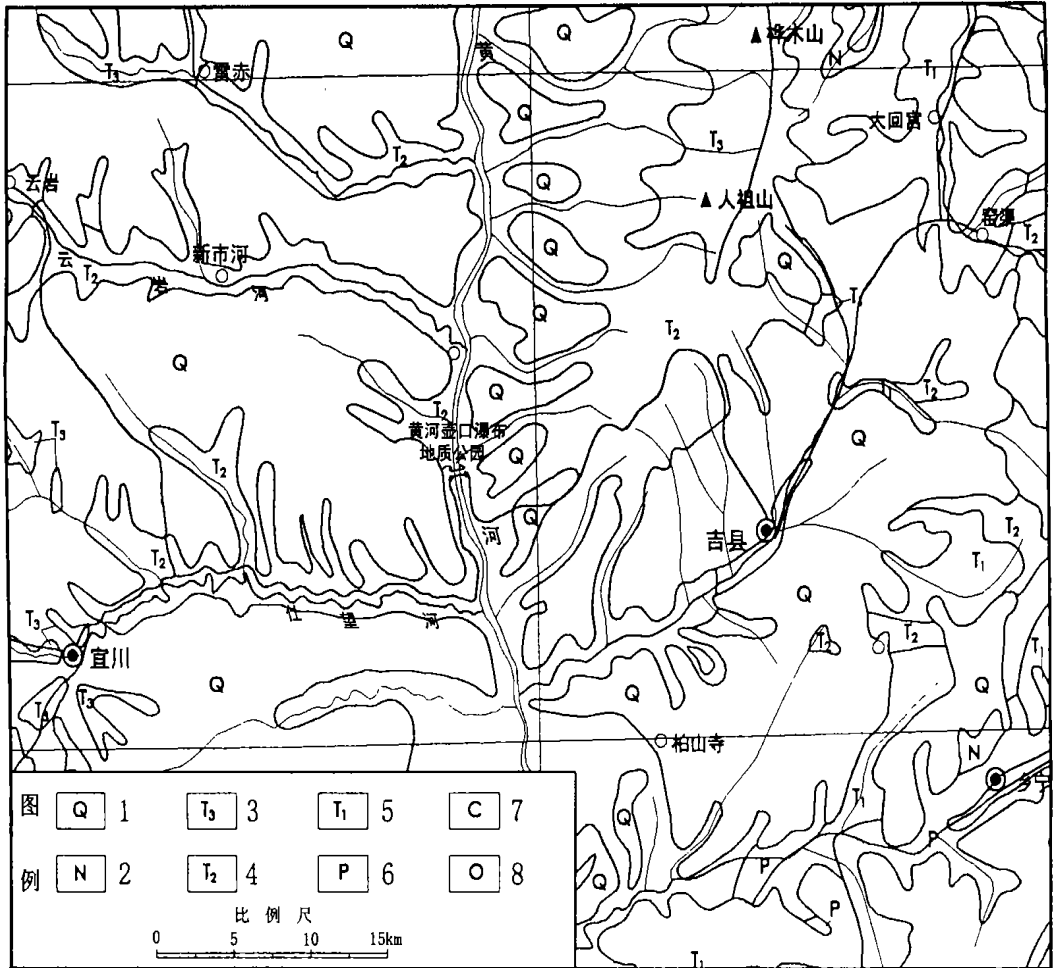


图1 黄河壶口瀑布国家地质公园区域地质图

Fig. 1 The regional geological map of the Hukou Fall National Geoparks

1. 第四纪; 2. 晚第三纪; 3. 晚三叠纪; 4. 中三叠纪; 5. 早三叠纪; 6. 二叠纪; 7. 石炭纪; 8. 奥陶纪

(据1:50万陕西省地质图、山西省地质图编绘)

河流谷底水流的流动方向; 一组走向为横跨河谷的  $NE70^{\circ} \sim 80^{\circ}$  方向。这两组节理将壶口一带的三叠系岩石切割成近似棋盘格子式的构造格局, 岩石肢解得十分强烈, 失去了稳定性, 遂在河水的猛烈冲刷下位移。此外, 断层在河谷中的偶尔出现也使该区岩石的稳定性、完整性受很大的影响。

造成黄河壶口瀑布的形成及谷中谷现象, 其决定因素主要有: 河床软硬相间的岩性、节理发育的构造形迹、水利侵蚀作用和冰川作用, 其中节理发育的构造形迹是最为关键的问题。

## 2 主要地质遗迹

黄河壶口瀑布在漫长的形成、发展演化的过程中, 遗留下了许多重要的地质遗迹景观, 主要为河流、干河周边支流、面流、潜流等冲蚀形成的地貌景观, 以及重力侵蚀、风力、水力综合侵蚀和特殊意义的地质遗迹<sup>[2]</sup>。

### 2.1 河谷地貌

**瀑布** 位于壶口处, 落差依水量变化, 分别为 15~40 m 不等, 主瀑宽 40 m, 泄流量为每秒 1 000~3 000 m<sup>3</sup> (常年平均流量), 河水由宽谷跌入窄谷, 尤如收入壶口。

**槽谷** 宽 30~50 m, 深 40 m 左右, 当地号称“十里龙槽”。龙槽北至壶口瀑布跌水潭以南, 南到孟门山, 它是由河水溯源侵蚀形成的, 龙槽两侧的河床上两组节理十分发育。槽谷为水流冲蚀的谷中谷现象。

**河心岛 (离堆山)** “十里龙槽”以南有两处河心岛, 较大一处当地称为孟门山。相传是大禹治水时所成。实际上, 孟门山为河流冲蚀河床残留在河道中的石体。因孟门山所在的位置河道变宽, 水流由北而南流出龙槽以后, 水面开阔, 动能分散, 冲击力消减而存留下来的河床石体。

**涡穴** 为分散在瀑布飞流及十里龙槽谷坡边沿及黄河古河床基岩侵蚀面上。它是河水在特定的涡流状水流中, 将沙、砾石推移旋转、刻蚀、磨蚀作用的结果。涡穴大者直径可达 1~2 m, 深可达 2~3 m, 小者直径几十厘米, 深约 0.5 m, 涡穴在河床上可呈单个、串珠或星点状分布。

**水蚀凹痕** 由定向水流在黄河壶口一带河流阶地或古河床侵蚀面上冲刷出的凹痕, 它是水流冲刷和磨蚀作用的产物。

**侧蚀洞穴** 它是由河水的侧蚀作用在“十里龙槽”的泥岩和砂岩的层位上冲蚀出的水平排列的洞穴。洞穴的顶、底板一般为坚硬的砂岩。单个洞穴之间的水平距离一般为几米或数十米。

**陡壁跌水** 此地质遗迹一般为线状水流或水滴下落在岩石面上形成的凹痕, 它是一种滴水穿石的水流力学现象。在邻近瀑布区或“龙槽”两侧谷坡处常见。

**漏斗** 为河床水流洞穿节理面或涡穴进一步发展, 在水力的冲蚀、磨蚀下空洞部分串联贯通以后的结果。就形体看, 漏斗形状一般不规整, 分斜向和扭曲形等类型。“龙槽”和孟门山一带可见。

**差异冲蚀现象** 在地貌上呈现为参差不齐的景观, 主要原因是沉积岩石出露区岩性软硬更迭交互出现, 在流水冲蚀作用下表现的抗拒外力的性能大小不一而形成的, 龙槽一带多见。

### 2.2 沟蚀地貌

**悬谷** 在壶口一带悬谷多为黄河支流的流水冲刷形成的支沟, 沟谷之口往往被节理面横向拦腰 (垂直支谷沿伸方向) 切断, 形成沟口呈陡壁状和谷水的落差现象。此外, 与干流对支流侵蚀差异亦有关系。

**支流谷底冲沟** 黄河主干河道的谷地和岸边支沟切割的谷口最低面接近或实地为一个水平面的这类黄河两岸小冲沟, 可称支流谷底冲沟。此沟在壶口瀑布两岸的丘陵地带常见。

**潜蚀线沟** 由地下水潜蚀作用在地表露头处形成的细小沟痕, 它是冲蚀、溶蚀作用之结果。在黄河两岸丘陵沟谷中可见。

### 2.3 重力侵蚀地貌

**滑坡** 由于重力原因垮塌堆积的物质,在重力作用下会沿斜坡内部一定滑动面整体下滑。堆积物常为土石混杂,具有堆积体大而无层理、分选性差等重力分异沉积特征。滑坡现象在河岸丘陵山地的坡脚可见。

**崩塌** 由地下水或节理、断层作用引起的山石垮落,其堆积物有着某些滑坡体堆积物的特征。若为基岩山地崩塌,则崩落物散布面广,危害性极大,堆积物常分布在黄河支流沟口或丘陵边坡的侧旁。

**泻溜** 其成因多为地下水、裂隙、重力等原因引起,堆积物分布范围为黄河岸边边坡等处。泻溜物一般主要为第四系黄土及坡积物。

**方山地貌** 由节理切割基岩山地残留的方形山顶地貌。壶口一带河流岸边丘陵山地常见。

### 2.4 其他类型的地质遗迹

**地层剖面** 由自然或人工所形成的有一定层次、空间地层排列的地质遗迹面。如水平岩层由于某种原因形成的陡峭壁面。在圪针滩对面的东河岸可见古河床剖面,由流水侵蚀、堆积作用形成的地质遗迹清晰可见。

**虫迹化石** 位于三叠纪地层,壶口古河床或侵蚀台地上。出露的虫迹化石有待鉴定,化石呈条状,条形排列方向与地层层理垂直。

**植物化石** 分布在壶口河谷、河床上的三叠系植物化石。如芦木化石等,它是研究地史演化和环境变迁的依据。

**节理** 成组在壶口瀑布槽谷、古河床面和黄河两岸的基岩山地间产出,是挤压作用或差异沉积等地质营力作用下形成的,常呈棋盘格式状产出。

**龟裂纹** 由氧化、干热气候条件下在未曾完全成岩的物质介面上或一定物质厚度的范围内形成的收缩纹理。黄河河床上可见此种现象。

**侵蚀台地** 分布于峡谷的两侧,西岸较狭窄,东岸较宽广、平坦。

**沉积构造** 水平层理、斜层理、交错层理、压溶、沉积超覆现象等。

## 3 保护开发与利用的原则及意义

### 3.1 保护开发与利用的原则

(1) 严格保护地质遗迹的自然面貌是地质公园建设和发展的首要问题。以保护地质遗迹景观为前提,遵循开发与保护相结合的原则,严格保护自然与文化遗产,保护原有的景观特征和地方特色,维护生态环境的良性循环,防上污染和其他地质灾害,坚持可持续发展<sup>[3]</sup>。

(2) 合理开辟新景点和逐步增设新项目,满足旅游、科研等多种需要。

(3) 在保护地质公园环境条件下,积极促进社会经济发展。依据地质等自然景观资源与人文旅游资源特征、环境条件、历史情况、现状特点,以及国民经济和社会发展趋势,以旅游市场为导向,统筹安排建设项目,切实注重发展经济的实效,为促进当地社会经济可持续发展服务<sup>[4-6]</sup>。

### 3.2 保护意义

(1) 壶口瀑布及其相关景观,是举世闻名的旅游景点,也是特殊的地质遗迹,它系统、完整

地保存了黄河壶口瀑布的发展演化史, 具有极为重要的科学价值。加强地质遗迹的科学保护, 使旅游资源的开发建设与保护相结合, 使壶口瀑布景观的自然美与整体美得以长期保存, 将会提高景点对游人的吸引力。通过强化保护区功能, 将会进一步提高保护区在国内外的知名度, 为保护区创造良好的社会效益、生态效益和经济效益。

(2) 壶口瀑布保护区的地质遗迹是开展科普教育和进行科学考察的良好基地。保护好这些地质遗迹, 无疑会促进科普教育和科学考察事业的发展, 有助于对壶口瀑布成因、黄河发育史、晋陕峡谷、基岩侵蚀、黄土地貌及黄土高原的形成与演化的深入研究。

(3) 壶口瀑布地处黄土高原, 具有独特的民风、民情, 更是中华民族精神的体现, 保护壶口瀑布有利于体现民族精神。

(4) 加强对地质遗迹的保护, 科学规划, 合理开发, 有利于改进保护区生态环境, 也可以为黄河中游地区的水利、航运、环境、水土保持和灾害防治等诸多问题提供建设性的意见, 同时为申报“世界地质公园”打好基础, 创造条件。

#### 4 保护开发与利用的设想及措施

(1) 根据保护景观的重要性及其科学价值, 对地质遗迹进行分级管理, 力求保持自然原貌。可将地质遗迹景观划分为 3 个保护等级。

一级保护: 壶口瀑布及其周围的地质遗迹是本区的精华, 应采取必要措施, 严加保护, 禁止在此段河床阶地上修建任何建筑设施。

二级保护: “十里龙槽”、“孟门山”保留着许多壶口瀑布演化退移的地质遗迹, 具有较高的科学研究价值, 属重要地质遗迹, 不允许有任何破坏。

三级保护: 屹针滩黄河古河道剖面具一定研究价值。“帽留山”、“大禹指挥台”、“金猴出世”、“母偕子”等岩顶岩崩地貌具一定观赏价值亦应给予保护。

(2) 积极保护、合理利用, 组建黄河壶口瀑布国家地质公园。据地质遗迹的分布特点, 划分为壶口瀑布科教旅游区、十里龙槽科教旅游区、孟门山科教旅游区、龙王辿景区、屹针滩景区、寨子沟流水地貌科教旅游区和寨子沟高原村寨旅游区。同时建立壶口瀑布科学研究中心(包括若干观测站)及黄河壶口博物馆, 将壶口建成我国的瀑布科学研究中心和科普教育基地。

(3) 为加强地质遗迹的保护, 将 RS、GPS、GIS 技术应用于壶口地质遗迹的保护管理中。建立数字化的壶口瀑布地质遗迹保护区, 监测壶口瀑布的发展、演化、环境监测治理与保护、水土流失和抗洪涝灾害防治等。

本文为陕西省国土资源厅“陕西省宜川黄河壶口瀑布国家地质公园”项目的部分成果。参加工作的还有李起垒、刘继庆、胡粉宁、董亚娟、邹玉霞、高风亮等同志, 在此表示感谢。

## 参考文献:

- [1]张宗祜. 九曲黄河万里沙[M]. 广州: 暨南大学出版社, 清华大学出版社, 2000.
- [2]郭威, 等. 论地质旅游资源[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23 (3): 60-63.
- [3]Nelson J G, Butler R, Wall G. Tourism and Sustainable Development: Monitoring Planning, Managing, Waterloo. Ont: University of Waterloo, Dept of Geography, 1993.
- [4]Edward Inskeep. Tourism Planning: An Integrated and Sustainable Development Approach. Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [5]World Tourism Organization. Sustainable Tourism Development: Guide for Local Planners, World Tourism Organization, Madrid, 1993.
- [6]Yale, P. Tourism Attractions and Heritage Tourism, Elm, London, 1991.

## On protection and development for geological vestige of the Hukou fall geoparks

GUO Wei, PANG Gui-zhen, QU Mao-wen, DENG Hua

(College of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University,  
Xi'an 710054, China)

**Abstract:** The geological vestiges are nonrenewable natural legacy, which are formed by endogenic and exogenic process. The important vestiges are not only the national valuable treasures, but also the necessary components of the ecological environment. China is one of the minority countries, which rich in category, distribution and quantity of the geological vestiges. The Hukou fall, one of the biggest falls, is special in the corrosive and hiding-in yellow fall, and rare in the world. It lies in the south edge of the North China plate and the southeast of the Ordos platform. Its basement is composed of Archeozoic metamorphic rock. The Zhifang Group ( $T_{2z}$ ) and the Tongchuan Group ( $T_{2t}$ ) of the Triassic system strata emerge in Jinshaan gorge, its occurrence is nearly horizontal (the dip angle  $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ). The tectonic movement is mainly massive rise and fall, and the strata fold slightly. There are two groups of joint, one's strike of which is  $NE 15^{\circ}$  along the flow direction, and another strike is  $NE 70^{\circ} \sim 80^{\circ}$  crossing the river valley. The formation of the Hukou fall is related to the above-mentioned background. The geological vestiges remained during the history of the formation and evolution, including the landforms formed by the river, side stream, the surface flow, and the potential flow and the traces formed by the gravity erosion, the wind erosion, the channel erosion and the comprehensive erosion. The vestiges are typical, scientific, appreciating and international comparative.

The writers analyze the categories and features of the vestiges, at the same time, put forward the principle, conception and measure as to how to protect and exploit the geological vestiges.

**Key words:** the Hukou fall; national geoparks; geological vestiges; protection; exploitation