

# 滇西北三江并流带观赏石资源及开发研究

范 骏<sup>1,2</sup>, 杨世瑜<sup>1</sup>

(1. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093;

2. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092)

**摘要:** 观赏石是一种商品性旅游地质资源. 滇西北三江并流带独特的地质地理环境造就了丰富多样的观赏石资源, 但目前尚缺乏系统研究. 为适应滇西北旅游开发的需要, 本文对三江区观赏石资源的成因、分类、形态特征、地理分布、规模及开发利用价值等进行了研究. 主要根据形态特征, 把三江区观赏石资源划分为狭义观赏石、宝玉石和彩石、观赏石材及观赏矿石矿物四大类, 重点研究了金沙江蛇绿岩地质事件石、三江石、宝玉石和彩石的成因、形态特征及地理分布, 并新发现了两类造型石——金山石和麻花石. 并就观赏石资源的保护、科研评估及旅游开发等方面提出了对策.

**关键词:** 观赏石资源; 三江并流带; 滇西北

**中图分类号:** P619.28      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-855X(2004)05-0006-07

## Study on the Resources and Exploitation of Ornamental Stones in the Three - Parallel - River Belt, NW Yunnan

FAN Tao<sup>1,2</sup>, YANG Shi-yu<sup>1</sup>

(1. Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. College of Tourism and Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

**Abstract:** Ornamental stones are a commodity and tourism geology resources. The unique geological and geographical environment brings up the rich and varied resources of ornamental stones in Three - parallel - river belt of NW Yunnan. But it is short of systematic studies at present. A study has been made on the cause, classification, form character, geographical distribution, scale and the exploitation value of ornamental stones in NW Yunnan. It is divided into four types: narrow sense ornamental stones, gem - jade stone and color stone, ornamental rock, ornamental ore and mineral based on the form character. It has been studied on the cause, form character and the geographical distribution of geological event stone of Jinshajiang ophiolite, Sanjiang stone, gem - jade stone and color stone. Two new types of ornamental stone, Jinshan stone and Mahua stone have been discovered. And the strategies of protection, scientific study and evaluation, tourism exploitation of ornamental stones are also put forward.

**Key words:** resources of ornamental stones; three - parallel - river belt; NW Yunnan

## 0 引言

观赏石,从广义角度又称奇石、怪石、供石、异石、巧石、雅石、石玩等.统指在大自然中形成的具有审美价值、商品价值和收藏价值的石质艺术品.它包括造型岩石、纹理岩石、矿物晶体、古生物化石、盆景岩石、事件石、纪念石等.它可以理解为造型独特、色彩迷人、神似万物的岩石、矿物晶体或晶簇;纹理如画、千姿百态的构造样式及纹理岩石,以及经加工后色泽图纹漂亮的观赏石材;形象逼真,栩栩如生的古生物化石以及那些有特殊意义的事件石、纪念石等自然生成和经粗加工拼接的天成人发现的石质艺术品.

**收稿日期:** 2003-12-24. **基金项目:** 省院省校合作项目《三江并流带旅游地质资源开发与环境保护》资助.

**第一作者简介:** 范骏(1969~),男,在读博士生,讲师.主要研究方向:旅游地质. **E-mail:** fshzhou@public.km.yn.cn.

观赏石作为一种文化现象在我国可谓历史源远流长.目前,源于自然又表现万物的观赏石满足了人们返朴归真、重返自然的心理需求,给人以较高的艺术享受而备受青睐.观赏石作为一种重要的商品性旅游地质资源,其开发和利用已越来越受到人们的重视.一些具独特地域特点的观赏石,通过合理的开发,已成为重要的旅游商品而身价倍增.

滇西北三江并流带地质作用复杂,发育有不同的沉积建造,期次、类型及规模各异的岩浆活动、变质作用、构造类型,复杂多样的成矿条件.加上其地属高原季风气候,干雨季分明,雨量较为充沛,地表水系发育,地下水丰富.上述地质地理环境为观赏石资源的形成提供了良好的条件.

## 1 观赏石分类

三江并流带观赏石资源,结合其科学性和观赏性,可从成因和形成特点两方面进行分类.

### 1.1 成因分类<sup>[1]</sup>

按其形成的地质作用进行分类,可分为两大类:

1) 原生类观赏石由内动力地质作用及沉积作用和成岩作用生成的观赏石,一般均产在基岩中.根据形成时的地质作用的不同,可进一步细分为:

①火山类观赏石:由火山地质作用形成的观赏石.

②岩浆侵入类观赏石:由深成岩浆作用、伟晶作用和岩浆期后热液作用形成的观赏石.以各类矿物单晶和晶簇价值高.

③变形类观赏石:由构造地质作用和变质作用形成的观赏石.尤以样式独特,色彩艳美者为佳,切面经抛光后效果更好.

④沉积类观赏石:由沉积作用和成岩作用形成的观赏石.

2) 次生类观赏石是由外动力地质作用生成的观赏石,多呈砾石散布在河床、山麓、冰川、溶洞及第四条堆积物中.可进一步细分为:

①砾石类观赏石:是由河流的侵蚀、搬运、堆积作用所形成,又以搬运过程中的磨蚀作用为主.三江并流带现代河床中多产此类观赏石.

②水动力类观赏石:由流水的侵蚀作用形成的观赏石.

③岩溶类观赏石:是由岩溶作用形成的观赏石,原岩均为碳酸盐类岩石,生长在溶洞中或直接裸露地表,其形态变化万千.

④泉华类观赏石:在泉水溢出点或特定构造部位由化学沉积作用所形成,三江并流带泉华多为钙华.

⑤冰川类观赏石:由冰川的磨蚀、掘蚀、啃蚀和侧蚀作用形成的造型岩石类观赏石,如冰碛石.

### 1.2 形成特点分类

主要依据观赏石的外形和造型特点(观赏性),并结合科学性来分类.此分类法比较适合观赏石的现实开发.三江并流带观赏石资源主要依据形成特点分类.具体可分为狭义观赏石、宝玉石和彩石、观赏石材及观赏矿石矿物四大类.

三江并流带观赏石资源分布见图1.

## 2 三江并流带观赏石资源的主要特征

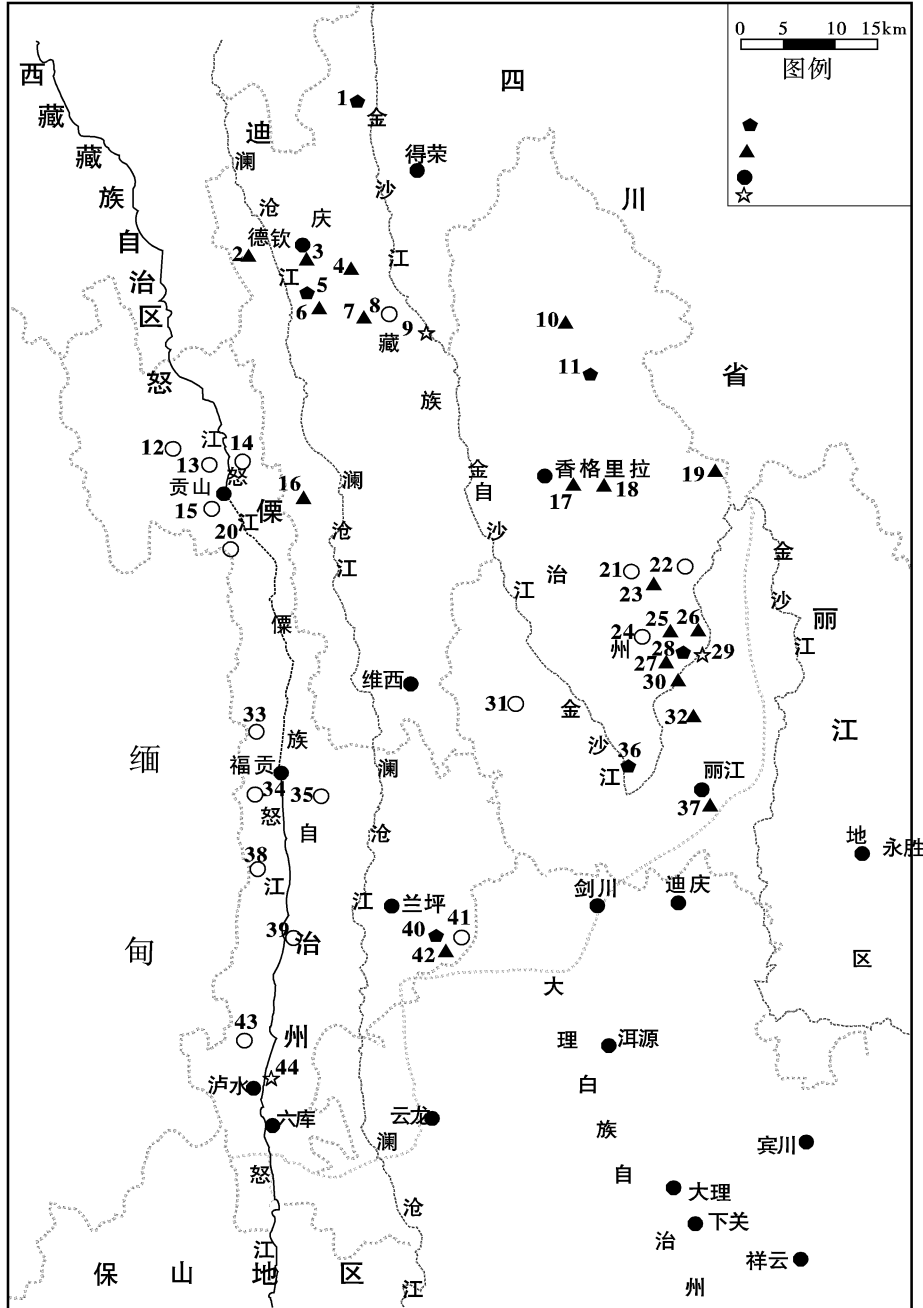
### 2.1 狭义观赏石

主要指传统意义上的观赏石.这类赏石受人文主导,崇形崇意,着重于外表“形”与“象”间取舍,注意其造型或纹理图案的内涵意境.具体可细分为事件石、三江石、冰碛石、钟乳石、泉华和造型石.

#### 2.1.1 事件石

又称纪念石,指与某一事件,活动和名人相联系的观赏石.这里所指的事件石特指反映三江并流区独特地质构造环境的地质事件石.三江并流带是印度与欧亚两大板块之间特提斯——喜马拉雅构造域的东段挤压、褶皱最强烈的地带.这里不仅有多种多样、变化多端和极其复杂的大地构造特征和地貌景观,更有

为国内外地质学家所关注的金沙江板块构造缝合线.而代表古板块构造缝合线的岩石组合——蛇绿岩套(混杂岩),历来是地质学家研究特提斯岩石圈构造演化的重点和焦点.以三江并流带的蛇绿岩套作为反映该地区独特地质作用的地质事件石,具有独特性、地域性和不可替代性特点.



- 1.羊拉铜矿; 2, 4, 6, 16, 25, 32.冰碛石; 3, 7.事件石; 5.贡坡石棉矿; 8.东陵石; 9.金沙江奇石滩;
- 10, 17, 23, 26.钟乳石; 11.红山铜矿; 12, 21.绿柱石; 13.刚玉; 14, 33.黄玉、绿柱石; 15, 20.碧玺;
- 18.泉华; 19.生物岩; 22, 38.大理石; 24, 34.萤石; 27.麻花石; 28.麻花坪钨铍矿; 29.上虎跳奇石滩;
- 30, 39.水晶; 31.紫晶; 35.电气石; 36.兴文滑石菱镁矿; 37.金山石; 40.金顶铅锌矿; 41.胶菱锌矿;
- 42.矿物晶簇; 43.烟晶; 44.怒江奇石滩.

图1 三江并流带观赏石资源分布图

Fig.1 Distribution of ornamental stones in Three-quarrel-river belt, NW Yunnan

三江并流带的蛇绿岩成分主要是超基性岩、堆晶岩、熔岩及紫红色硅质岩.这套标准的蛇绿岩,出露于滇西北德钦县至川西南德荣县境内,在平面上呈透镜状南北向断续展布,构成金沙江板块缝合线的主体.

主要出露于拱卡至书松一带, 宽达 10 km, 规模大, 开发利用价值高<sup>[2]</sup>。

超基性岩主要是变质橄榄岩, 均已片理化、蛇纹石化、碳酸盐化, 蛇纹石化强烈者已蚀变成了蛇纹岩(岫玉)。绿色的蛇纹石呈现网纹状、条纹条带或呈片状展布在黑色超基性岩上, 颜色差异明显。尤其是蛇纹石化强烈者, 蛇纹石条纹条带呈现不同的图案。从河滩上可见其砾石, 经流水作用成一定造型, 是极佳的石质艺术品。一些新鲜岩石经抛光成石板状, 也是极好的装饰板材。

堆晶岩主要岩石类型有角闪辉长岩、辉长闪长岩类。白色的长石呈长板状, 结晶形态好, 斜长石可见环带结构, 而深色矿物以角闪石、辉石为主, 呈自形一半自形晶, 镶嵌结构, 显示明显的堆晶结构特征, 而堆晶岩卵石多已圆化, 黑白分明, 造型好。

熔岩主要由火山角砾岩组成, 且在不同地域产出略有不同。有的火山角砾岩, 其黑色砾石大小不等, 多呈棱角状, 且其成分复杂, 而一些火山角砾较为均匀, 角砾呈现灰白色或灰绿色, 杏仁状, 角砾中央被后期物质充填而呈绿色, 特别是在一些转石上, 黑、白、绿色交相辉映, 如同盛开的花朵, 极富观赏性和装饰性。

硅质岩有紫红色和灰黑色两种, 尤以紫红色放射虫硅质岩(碧玉岩)纯度较高, 不含粘土矿物和陆源碎屑, 具较多的铁锰质和放射虫所构成的粒序层理, 它代表着一种洋盆沉积环境, 可用于标定蛇绿岩套的时代, 这种纯度较高的紫红色硅质岩可作为碧玉来开发成各类玉雕工艺品, 加上其分布较广, 是极有开发价值的一类岩石。

### 2.1.2 三江石<sup>[3]</sup>

三江石特指产在怒江、澜沧江、金沙江的河流边滩, 造型奇特, 纹理和色泽美丽, 质地细腻的崇形崇意类砾石形观赏石。它是由河流的侵蚀、搬运、堆积作用所形成, 又以搬运中的磨蚀作用为主, 故多呈圆形、椭圆形、扁圆形及不规则圆形。三江石在怒江、澜沧江、金沙江现代河床中产出量较大, 加上卵石多小巧玲珑, 便于携带, 作为特色性旅游纪念品开发前景广阔。

三江石其物质组成, 涵盖了三江并流带所有的岩石组合单元。其岩石组分包括: 变质岩类, 以片岩板岩大理岩为主, 有部分为片麻岩; 岩浆岩类, 包括了各类岩浆岩, 以花岗岩类为主, 镁铁质岩类次之, 以深成岩类为主, 浅成、超浅成岩类次之; 沉积岩类以灰岩为主, 砂页岩次之。其结构以条带、块状为主, 次为斑点状、斑状、斑杂状, 再次为近单一均匀状, 少数由均质状单一矿物组成。强烈构造作用下的变质岩其纹理多变、结构构造复杂, 以其为原岩经琢磨的三江石其观赏性尤佳。

三江石其形态、色泽具多样性。由于流水的作用, 其形态以圆状、椭圆状、扁平状、不规则圆形等为主, 以圆滑无棱卵石为多, 部分为棱角磨圆但形态仍保持异常造型者。三江石色彩比较丰富, 其色彩一般有单色(红、白、黑、绿、黄……)及复色。复色三江石以复色纹理、象形石为主, 在岩性较复杂和矿化带地区, 常见黑、红、绿、黄、白等色, 有两种、三种不等交织成各种像形花纹。还有因岩性硬度, 组成结构等的不同, 在外界因素的影响下, 岩石表面凹凸不平, 有孔、洞、沟、槽、隆脊等构成像形一图案观赏石。

从三江石分布上看, 在怒江、澜沧江、金沙江主水系的滩涂上, 中、小型品种多、档次高, 藏量丰富, 观赏石一般以单色、复色卵石及形态各异的像形石为主。一般在河流下游及其支流品种多, 档次高, 藏量稀少; 近上游品种少, 档次低, 藏量较多, 近矿区河流观赏石受矿种、围岩蚀变影响较大。

三江石除外形、色泽奇特的造型石外, 产量较多、观赏和收藏价值较高的应属像形一图案石。根据不同特点, 可细分为木纹石、网纹石、斑痕石、象形石和图案石等。

### 2.1.3 冰碛石

冰川作用造就了各种类型的冰川作用的产物, 其中可作为独特的旅游商品的要数冰碛石。在冰川活动的创蚀作用下形成了独特造型的冰碛石, 其表面可见创蚀沟痕、擦痕等。但造型完美可供观赏且能得以完整保存的却不多。在玉龙雪山、哈巴雪山、梅里雪山、白茫雪山山麓及千湖山等地冰碛石广布, 可采集。

### 2.1.4 钟乳石

是由岩溶作用形成的观赏石, 原岩均为碳酸盐类岩石, 生长在溶洞或直接裸露于地表。形成的钟乳石、石柱、石笋、石芽、石花、石葡萄等形态万千。钟乳石类观赏石, 必须具备造型奇特、色泽鲜艳、晶体硕大、完美、晶面闪烁等特点, 尤以通体透亮者为上品。主要见之于虎跳峡滑石板、香格里拉天生桥、白水台及赤土

仙人洞等地。

### 2.1.5 泉华

泉华类观赏石是在泉水溢出点、河流的适当部位或其它特定构造部位由化学沉积作用而形成,俗称“水锈石”。包括硫华、硝化、硅华及钙华形成的泉华璘、鹅毛管、石葡萄、泉华花及石化的虫草花鸟等。三江并流带泉华以钙泉华为多,是由溢出地表的温泉水由于水的蒸发或 $\text{CO}_2$ 的逸出而形成的碳酸钙沉积,一般呈白色,但微量元素的存在使之呈现红、黄、绿等斑斓色彩,加上晶莹剔透的石花朵朵,显得绚丽多姿,别有情趣。主要分布于香格里拉天生桥及白水台、下给温泉等地。

### 2.1.6 造型石

岩石在漫长地质历史时期强烈地质作用下褶皱、断裂、压碾、扭曲劈裂、火山岩浆作用、升温加热、热水充填、去软留坚、孔洞沟壑、缠结纷乱,形成了外型奇特、独一无二的天然雕塑品,这些具型态艺术的岩石就是造型石。

三江并流带的造型石主要包括变形类观赏石、水动力类观赏石及部分沉积类观赏石。变形类观赏石是构造地质作用和变质作用所形成,如固流褶皱、肠状褶皱、叠加褶皱等,其中样式独特,色彩艳美者是极好的观赏石,切面抛光后效果更佳。如蛇纹石化大理岩,其岩性同誉满遐迩的兰田玉,其切面经抛光后,翠绿色的蛇纹石呈现山水花卉、鸟兽鱼虫,是观赏石中之佳品,具有较高的装饰性和商业价值。

水动力类观赏石主要是流水的侵蚀作用形成的中小尺寸的溶蚀石灰岩。经构造破裂的石灰岩,或断裂成角砾,经地下水或地表水淋滤,呈现多孔洞状,有的局部为不规则碳酸钙胶结,呈现奇特造型。

沉积类观赏石主要指纹理(层理)结构的沉积岩类,如产在剑川石宝山砂岩,层理清晰,造型奇特者可作观赏石。另外具球形风化者也具观赏性。

另外,在三江并流带新发现两类造型石——金山石和麻花石,造型奇特,具较高开发价值。金山石为一状如蜂窝、具多孔结构的钙泥质岩石,白色或稍带土黄色,发现于丽江盆地中部金山乡,极具天然的假山造型,当地称之为“白土岩”。因当地特有,故命名为“金山石”。麻花石为产于哈巴雪山南麓麻花坪一带的细脉状网脉状硅化大理岩、硅化砂岩,由于构造切割破碎而呈块体,硅质脉体抗风化强而外凸,大理岩砂岩抗风化弱而流失呈内陷,成为宝塔状、叠层状等形态怪异的观赏石。

## 2.2 宝玉石和彩石

三江并流带是世界著名的柬埔寨—泰国宝玉石成矿带北延部分,与盛产翡翠、红兰宝石的缅甸、泰国等宝玉石主产地毗邻,有着相似的成矿地质条件。根据地质调查资料,三江并流带宝玉石资源受控于构造、岩浆和变质作用,其分布与构造—岩浆—变质带一致,可分为高黎贡山宝玉石带、澜沧江宝玉石带和金沙江宝玉石带。

三江并流带宝玉石资源主要有:贡山的碧玺和海兰宝石、香格里拉麻花坪水晶、丽江石鼓和泸水的紫晶、福贡的萤石;玉石类有德钦东竹林的东陵石、兰坪金顶的菱锌矿、德钦拱卡—白茫雪山一带的蛇纹石质玉(岫玉)和紫红色碧玉岩、怒江和大理地区的羊脂玉;彩石类有贡山、泸水、福贡、香格里拉一带及大理地区出露的彩色大理石<sup>[4,5]</sup>。

贡山的彩色碧玺,主要产于喜山期花岗伟晶岩晶洞中,有绿—粉红色双色碧玺及“西瓜碧玺”。碧玺呈单晶或集合体状,晶体较完整,一般长1~6 cm,粒径3~6 cm,玻璃光泽,透明—半透明,晶面见纵纹,具强二色性,可加工成宝石饰品或作观赏石。而海兰宝石产在燕山期伟晶岩中,呈浅兰、兰绿色,透明—半透明,六方柱状自形晶,晶体一般长3~5 cm,大者10 cm,粒径一般1 cm,大者4~5 cm。海兰宝石色彩美丽,晶体完整,透明度好,包体和裂纹均较少,是一种中高档宝石品种。

香格里拉麻花坪泥盆系中的热液石英脉带中产水晶,并与绿柱石和萤石宝石矿物共生,可作为观赏石来开发。而产于丽江石鼓和泸水鲁马的紫晶和各色水晶,质量较好,储量较大,是云南水晶的重要来源之一。紫晶和黄水晶是低档宝石原料,茶晶和墨晶可制作链珠和眼镜片,晶体完整或形态奇特者可作观赏石。另外,福贡上帕的工艺萤石(软水晶)质地通透,色泽丰富,是云南工艺萤石主要来源之一。

德钦东竹林的东陵石产在高黎贡山群石英脉中,呈绿、暗灰色,坚硬致密,微透明—半透明,主要矿物

成分为石英,次为铬云母,绿泥石等.东陵石硬脆多裂纹,透明度差,饰品光洁度差,但颜色悦目,多制作成串珠或作观赏石.而产于兰坪金顶的胶菱锌矿,质量较好,是云南胶菱锌矿的主要来源之一.产于铅锌矿氧化带中,以黄色为主,次为淡黄、黄绿和白色.外貌呈钟乳状,馒头状,直径10~20 cm,内部具酷似玛瑙同心环状花纹,晶体它形、半自形,呈放射状、针状排列,其长轴与环状花纹垂直,蜡状光泽,透明一半透明,硬度5,性脆,质地细腻,光洁度高,是理想的玉雕原料.

三江并流带元古界大理岩与镁铁—超镁铁岩类接触处形成蛇纹石化大理岩或蛇纹岩(岫玉),多呈黄绿、灰绿、淡黄色,油脂光泽,半透明,可制作各种雕件.

产于怒江、迪庆及大理地区的大理石,是在国内外具较高知名度的彩石资源,且储量大,市场前景广阔.尤其是“彩花石”为大理石中的佼佼者,其花纹极富中国水墨画韵味,多用作装饰、嵌镶庭院和家具、工艺品等.而洁白晶莹的纯白色大理石,人称“汉白玉”或“羊脂玉”,是上好的玉雕材料.另外还产出彩色大理石,色绿至墨绿,质地细腻,图案及色泽优美.现已开发出“孔雀绿”、“贡翠”和“羊脂玉”高档品种,多制作成装饰石、屏风石和文房石等工艺品.

### 2.3 观赏石材

主要指具观赏价值,经雕凿加工可成为旅游工艺品的岩石.三江并流带观赏石材资源较为丰富,主要包括生物岩及彩色大理石.具开发潜力的生物岩主要有石炭二叠系地层中的珊瑚、蜓科组成的生物岩.

目前香格里拉洛吉用珊瑚化石为主的生物岩加工成花瓶,烟灰缸等旅游工艺品,蜓科类已散见于一些旅游工艺品中.

产于怒江、迪庆及大理地区的大理石资源较为丰富,一些质地、色泽较佳者,经切磨加工可具观赏和收藏价值.主要岩石类型有汉白玉(羊脂玉)、板岩、片岩、大理岩、灰质砾岩(五花石)、绿泥石化基性火山岩和鲕状豆状灰岩.

### 2.4 观赏矿石矿物

形态美观奇特、色彩艳丽明快的矿石矿物,历来是备受人们关注和喜爱的珍藏对象,是观赏石旅游商品中的主要类型.三江并流带的宝玉石资源,如果未达到宝玉石质量要求,则可以从观赏矿物晶簇的角度进行开发.另外,本区的德钦羊拉铜矿及贡坡石棉矿、香格里拉红山铜矿、麻花坪钨铍矿及兴文滑石菱镁矿、兰坪铅锌矿等矿床中,一些金属、非金属矿物,作为工业副产品,历来不被重视,如果在开采中注意保护并采集一些造型和色泽奇特美丽者作为观赏石,则可使之身价倍增.

## 3 三江并流带观赏石资源开发策略

为了适应三江并流带旅游业及观赏石科学的发展,对三江并流带观赏石资源必须认真保护,合理开发.

1) 大力开展观赏石的宣传工作,利用报纸、杂志、电视、电台、展览会、展销会等合适场合,使人们增长观赏石的知识,提高对观赏石保护的意识,引起全社会各界人士的重视,特别是各级领导、从事野外作业及流动性较大的人们的重视,明确观赏石保护、开发的现实意义、实用价值.

2) 向有关部门申报对三江并流带的观赏石资源进行全面、系统地调查和研究.通过对其成因的系统研究,有利于揭示三江并流带地质地貌的成因演化规律;并通过观赏石资源地理分布、规模及开发利用价值等方面进行调查评价,为制定观赏石开发规划、保护措施,建立各项有关规章制度提供科学依据.

3) 对大型观赏石要认真保护,重要旅游区、旅游路线上山岳型景点附近的大型观赏石严禁开采;中、小型观赏石在旅游区及其远景区的洞穴、典型科考矿坑严禁开采,其它洞穴、矿区有计划、有组织地控制开采.政府设立专门收购单位.海关管理部门对涉及国家珍稀观赏石控制出境.

4) 更新开发设计理念,积极引进和借鉴省内外成功经验.观赏石的开发多以小型企业为主,各级政府要在资金、信息、市场等方面加以扶持引导.

5) 对已知的怒江泸水奇石滩、金沙江奇石滩、上虎跳奇石滩因其为展示三江并流带地质景观及成因的“事件石”采集地,是板块活动证据的样本.因此应尽快申报作地质公园予以严格保护,并可作旅游景点

和科普教育基地逐步开发。

#### 参考文献:

- [1] 冯鸿儒,梁婷.试论观赏石的分类与发展前景[J].西安地质学院学报,1992,14(1):88~90.
- [2] 张保民,沈上越,魏启荣.金沙江南段蛇绿岩特征研究[J].地质实验室,1996,12(2):98~108.
- [3] 杨世瑜.三江并流带旅游地质资源开发与环境保护[M].昆明:云南民族出版社,2003,8:302~350.
- [4] 赵彻终.三江地区中南段宝玉石资源[J].有色金属矿产与勘查,1997,6(2):121~128.
- [5] 范玟.滇西北三江并流带宝玉石资源研究[J].昆明理工大学学报(理工版),2004,29(1):11~16.

(上接第5页)

#### 2. 地球参数

$a$	6 378 245.00
$b$	6 356 863.018 773 047 3

由上面的测试结果可以看出它的计算精度满足要求.同时,它还满足地方坐标系的计算.地方坐标系建立的标准是每千米投影变形,变形由中央子午线选择和平均投影高程面选择两项引起.

可见,以上的变椭球计算是本程序的最大优点.它解决了固定椭球参数求解的最大弊端.

## 6 总 结

本文提出了新的利用自动划分和数值积分实现高斯大地正、反算的方法,舍弃了传统的固定椭球长短半轴  $a, b$  按级数展开的方法.使该程序更具有适用性和通用性.高斯大地正算适用于任意椭球任意带任意地区的计算;高斯大地反算适用于中国地区  $3^\circ$  和  $6^\circ$  标准带任意椭球的计算.本文解决了用辛普生积分法进行任意椭球的高斯大地正、反算问题,并运用 VB6.0 实现了其计算功能.

#### 参考文献:

- [1] 邱云峰.不同投影归算面间的坐标换算[J].北京:测绘通报,2001,(9):12~13.
- [2] 地图制图《地图制图》编写组[M].北京:地图出版社,1980.98~102.
- [3] 熊介.椭球大地测量学[M].北京:解放军出版社,1988.75~87.
- [4] 测量全书.第四卷(第二分册)[M].北京:中国工业出版社,1966.112~118.
- [5] 陈建.椭球大地测量学[M].北京:测绘出版社,1989.58~67.
- [6] 冯康.数值计算方法[M].北京:国防工业出版社,1978.236~247.