

云南石林岩溶发育的古环境研究

李玉辉¹, 杨一光², 梁永宁³, 任 坚⁴, 耿 弘⁴

(1. 云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南昆明 650092; 2. 云南大学生态学环境科学系, 云南昆明 650091;

3. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南昆明 650093; 4. 云南国土资源厅, 云南昆明 650011)

摘 要:以地质地貌景观调查、填图为基础,应用区域地层、古地磁资料、植物和孢粉化石、岩石与古土壤的化学成分(含稀土元素)、古土壤粘粒硅铝比值、钙华、溶蚀率等资料,研究了石林岩溶各主要演化阶段的古环境特点。石林地区能保留有早二叠世晚期至第四纪的石林岩溶是源于该区特殊古地理环境演变所控制的不同古环境下的岩溶过程差异。按照岩溶与环境的关系,可将石林岩溶演化的漫长过程分别划分出有利于石林岩溶发育与有利于石林岩溶保存的不同时期。石林地区的石林岩溶经历了古热带湿热海岸边缘、古热带行星风系干旱环境、半干旱山地湖泊环境与热带低海拔湿热气候到高原亚热带干湿季风气候演变。石林地区是研究漫长地质时期的不同环境下石林岩溶发育与保存的较好地点之一。

关键词:石林岩溶; 古环境; 云南石林

中图分类号:P931.5

文献标识码:A

古岩溶研究是引人注目的领域^[1~5]。云南石林的古岩溶认识已有较多的报道^[6~13]。古岩溶研究的传统表现是以不同地质时期、不同地区古岩溶的地学证据(古岩溶风化壳、古岩溶形态等)确定古岩溶的存在,建立区域古岩溶的发育系列。对同一地区、不同时期的同一岩溶形态系列进行环境变化研究,并确定古岩溶发育的环境系列和相互之间的关系,报道不多。原因多样,其中之一是具备这种分析基础的岩溶景观保存不全或发现不够。云南石林地区保留有自二叠纪中晚期以来的古石林岩溶^[2~14],主要发育时期是前玄武岩期(晚二叠世早期)、前路南古湖期(晚二叠世末期至古新世)、路南古湖期(始新世至渐新世)、高原—巴江河谷期(中新世至更新世)。一种溶蚀形态能够延续存在于这样漫长的地质历史,其原因何在?基于石林地区的古石林岩溶发育期分析,进行古岩溶发育保存机制的研究,有助于认识石林岩溶延续存在的原因。根据石林岩溶与区域地质构造等变动的关系分

析^[13],作者认为依据岩溶过程和环境的关系来分析石林岩溶形成以来的环境变化,讨论石林岩溶发育的环境类型,是揭示古岩溶保存与发育机制的基础之一。基于对石林自然保护区(或国家公园)的石林岩溶景观科学意义与保护利用的思考,作者开展了此项研究。

1 研究方法和材料

石林岩溶发育的地层主要是下二叠统的栖霞组和茅口组,其上部地层在石林地区仅有上二叠统的峨眉山玄武岩、始新统、渐新统,整个中生界和古新统和上第三系等缺失。在石林地区周边的陆良盆地、宜良盆地、泸西、弥勒、师宗等地区有石林地区缺失的地层^①。基于石林地区石林岩溶发育后的地层系列不连续,而周边地区地层序列完整的事实^[15],采取地质地貌景观调查、填图为基础,依据地层、古地磁资料、植

基金项目:云南省自然科学基金资助项目(99D0004R)和石林研究基金资助项目(No200010)

作者简介:李玉辉(1957—),男,博士,教授,长期从事岩溶与岩溶生态环境研究。E-mail:lyh123@public.km.yn.cn.

收稿日期:2001-03-15

① 昆明地质学校. 1991. 区域地质调查报告(1:50000),路南幅,昆明,云南省地矿厅,120,129~131

物和孢粉化石、岩石与古土壤的化学成分(含稀土元素)、古土壤粘粒硅铝比值、钙化样、溶蚀率等资料,确定石林地区不同时期的可能的古环境类型,并与石林景观类型进行关联分析,确定石林岩溶发育环境类型及其代表。

2 研究结果

表 1 是石林地区自早二叠世晚期以来各主要阶段的古环境特点。在漫长石林岩溶发育的地质历史过程中,古气候环境发生了复杂的变化。

表 1 石林地区古环境变化特征简表

Tab. 1 Characteristics of paleo-environmental changes in Shilin area

时代	早二叠世至晚二叠世 (258~248Ma ^[16])	三叠纪 (225~196Ma)	侏罗纪—白垩纪 (195~65Ma)	早第三纪 E ₁₋₂ (65~49Ma), E ₂₋₃ (45~26Ma)	晚第三纪 N ₁₋₂ (26~2.4Ma)	第四纪 Q (2.4Ma)以来
古纬度	17°N ^[17]	21°~24°N ^[17]	27°~32°N ^[17]	21°~19°N ^[17,18]	向现代纬度演变	现代纬度
海陆位置	从早二叠世末的滨东陆表海转入海岸带(牛首山山地边缘),晚二叠世进入陆上剥蚀,东吴运动时的峨眉山地裂运动 ^[18] 的玄武岩喷溢在该区为陆上喷溢,玄武岩厚度达 400m 以上 ^[20]	早期为弥勒、师宗石屏滨海的陆上边缘,晚期转为东边南盘江陆表海与滇东准平原的过渡带,末期东边全部为陆,其西边(宜良以西)为内陆拗陷 ^[15]	滇中红色盆地的东部山地,自中侏罗世晚期,沉积盆地中心西移,石林地区远离沉积中心 ^[20]	古新世、始新世为山地,始新世晚期至渐新世为山间断陷湖盆—路南古湖	低海拔山间湖盆边缘、低海拔山地,珠江水系支流发育,上新世末随青藏高原抬升幅度加大	高原山间湖盆和珠江水系的源头支流区。随青藏高原强烈隆升至今日海拔 ^[31]
古气候	湿润热带海洋气候(华夏特提斯热带温暖海洋边缘) ^[20]	早中期为热带亚热带干旱区,晚期湿度增加,湿热气候 ^[15,27]	半潮湿半干旱的山地气候,白垩纪干旱炎热趋势加强 ^[20,21]	炎热半干旱行星风系下的古亚洲干旱中心 ^[20]	季风下的热带亚热带湿润气候,上新世末进入高原干旱季风气候	亚热带高原干旱季风气候,曾经经历过多次凉湿干冷湿湿的转变 ^[22,23]
古植被	晚二叠世大羽羊齿植物群(华夏植物群) ^[15,25]	南边和西南边缘的上三叠统有较多的植物化石,为真蕨类、苏铁类、种子蕨类、松柏类及较少的银杏类 ^[24]	西部盆地地层中的植物化石继承晚三叠世植物群特点,有松柏、银杏、真蕨类等,柏、银杏增加, K ₁ 有耐旱的热带植物希指蕨、内环粉属等, K ₂ 有温凉湿润的植物出现;冷杉、似罗汉松,雪花粉 ^[24]	全省同期沉积物有三孔粉属的被子植物花粉,铁杉粉、麻黄粉及南美杉为主的裸子植物花粉,以希指蕨属为主的蕨类植物。典型于早植物希指蕨属和麻黄粉属的含量增加 ^[20,30]	栎属、槲叶属、山毛榉属等壳斗科植物,以及楠木属、桫欏属、赛楠属等樟科植物的景谷植物群,槲叶属为主的双沟植物,樟科、壳斗科、金缕梅科等为主的小龙潭植物群,栎类为主的小三营植物群,热带亚热带森林 ^[27,30]	植被垂直分带出现,亚热带的松、常绿阔叶林夹落叶阔叶林,古热带植物,残留半湿润常绿阔叶林群落(滇育冈林等) ^[22,23,32]
岩溶特点	南北向海岸, P ₁ 碳酸盐岩受到强烈溶蚀,形成早期石林,玄武岩喷溢,覆盖和充填于古石林或石牙间,地表岩溶发育停止	干旱条件下,玄武岩缓慢的剥蚀,厚层玄武岩下的微剥岩溶和裸露石柱缓慢剥蚀	远离沉积中心,干旱条件下,盖层缓慢剥蚀、溶蚀	E ₁₋₂ 为干旱条件,帽岩剥蚀, E ₂₋₃ 为半干旱条件,湖盆边缘的石林岩溶发育和改造,盆地中心古岩溶被埋藏	热带亚热带红土化与强烈的岩溶过程,北部管道系统瓦解,中南部地下暗河管道发育,巴江成为排泄通道	管道系统支配下的洼地石林发育、溶洞发育与古石林的改造
证据	石林地区的玄武岩覆盖在茅口组、栖霞组的不同层位上,层位厚度差达 230m ^[7] ,玄武岩覆盖在古石林或石牙间,在玄武岩底部砾岩有紫红色泥质物和杏仁状构造,石林附近(弥勒、开远、泸西、嵩明、宣威等) ^[15] 的 P ₂ 为含煤层的碎屑岩、灰岩岩系,产大羽羊齿化石等,石林圭山的 P ₂ 与之相同	石林地区南部的弥勒、石屏、北部的曲靖等地区的三叠系中下部有玄武岩岩屑细砂岩 ^② ,周边的红色碎屑岩系中有石膏、硬石膏,准同生白云岩 ^[15,25] ,泸西等地的上三叠统的煤系和大量植物化石	禄丰、玉溪、武定等地的 T ₃ 为潮湿湖沼沉积,过渡到 J ₁ —K 的含膏盐红色碎屑岩,全省同期沉积基本相同 ^[19,20,27] ③	全省 E ₁₋₂ 同期岩层为含盐碎屑岩系,有典型的干旱植物群化石, E ₂₋₃ (路南群) 是含膏盐的红色碎屑化学岩系和丰富的哺乳类化石,路南群厚度可达 1000m。路南群岩石的稀土元素分配特点与下二叠统岩石相同	全省同期的含煤碎屑岩土沉积,石林地区有古红土风化壳,石林地区附近(如宜良可保煤矿)有热带亚热带湿润区植物化石,常绿阔叶林花粉化石 ^[28] ,古红壤粘粒的硅铝比值(SiO ₂ /Al ₂ O ₃ 为 1.03~1.70)具有热带红壤的特点,古红壤的稀土元素分配特点与基岩相同	石林地区河流湖盆的碎屑、钙华、流石与滴石,周边盆地的碎屑沉积有大量热带亚热带植物花粉组合 ^[22,23,32]

② 李代芸, 1979, 云南的三叠系概述, 见:《地层古生物论文选集》, 云南省地矿局编, 174~188.

③ 郭福祥, 1979, 云南侏罗系的基本特点, 见:《地层古生物论文集(下集)》, 云南省地质学会, 云南地质科学研究所编, 188~213.

各发育阶段具有不同的古气候环境特点:前玄武岩期(早二叠世晚期至晚二叠世早期)是古热带湿热海岸边缘;前路南古湖期(晚二叠世末期至古新世)是主要为古行星风系的副热带内陆干旱半干旱环境;路南古湖期(始新世中晚期至渐新世)是半干旱区湖泊环境;高原—巴江河谷期(中新世至更新世)是古热带亚热带湿热气候向现代亚热带高原干湿季风气候转变时期。古热带海岸边缘石林岩溶的代表是被玄武岩覆盖和烘烤的古石柱和古石牙;古热带干旱环境石林岩溶是以被路南群的含膏盐碎屑岩系覆盖充填的古石柱、大青坡石柱为代表;亚热带半干旱区的山地湖泊边缘石林岩溶的代表是石林岩丘和分割差的剑状石林、乃古石林;低纬低海拔热带湿热气候的石林岩溶,以分布于海拔在1900m左右的高原面的各种簇状石林(包括塔状石林)为代表;亚热带高原干湿季风气候石林岩溶以典型的石林洼地的剑状石林为代表。各个时期、各种古环境下形成及保留的石林岩溶具有一些形态差异,如石柱体表面的溶痕类型和特征。

3 讨论

石林岩溶发育所经历的漫长地质历史过程包含了多种类型的古气候环境。不同气候下的岩溶过程不同。石林地区岩溶溶蚀率研究表明,水化学成分方法得到的现代综合溶蚀率在 $32\sim 73\text{mm/ka}^{[13]}$;标准石灰岩试片的溶蚀率是 $9.3\sim 37\text{mm/ka}^{[28]}$ 。现代气候特点是:高原干湿季风气候,年降雨量在 $950\sim 1100\text{mm}$,年平均气温在 $14\sim 15.6^{\circ}\text{C}$ 。石林地区的古环境既有温度和湿润程度高于现代的时期,也有干旱度和温度高于现代的时期。但从石林岩溶发育所经历的时间、石林岩溶高度与溶蚀率关系上看,无论何种环境和气候,石林地区的石林岩溶从开始发育后,就有足够的时间形成各种石林岩溶,也有足够的时间溶蚀掉所有的石林岩溶。因此,能保存各种石林岩溶的条件也是与石林岩溶的溶蚀造型同样重要的问题。解释不同气候条件下的溶蚀剥蚀过程对石林岩溶的影响,是解释石林岩溶发育、保存与分布的重要方面,是认识石林自然保护区岩溶景观科学价值的途径之一。袁道先^[1,29]研究了不同气候条件下(降雨量和气温)

的溶蚀率。分析其数据,溶蚀量与年降雨量显著相关,溶蚀量与年平均温度相关性不显著;地面空气中,半干旱区与半湿润区的溶蚀速率相差约50%左右(降雨量在 $610\sim 920\text{mm/a}$,溶蚀速率在 $0.022\sim 0.033\text{mm/a}^{[1]}$),干旱区与湿润区的溶蚀速度相差巨大(降雨量在 $16.1\sim 1950\text{mm/a}$,地表溶蚀速率在 $0.016\sim 0.476\text{mm/a}^{[29]}$);对于土下溶蚀过程,极端干旱区与潮湿区是相反的^[29]。

根据岩溶发育与环境的关系,可将石林岩溶发育过程划分成有利于石林岩溶发育的时期和有利于古石林保存的时期。有利于石林岩溶发育的时期分别是古湿热气候海岸边缘的早二叠世晚期、半干旱气候湖盆环境的早第三纪中晚期、低纬低海拔热带潮湿气候的新第三纪早中期及高原亚热带干湿季风气候的第四纪;有利于古岩溶保存的时期则分别是玄武岩覆盖的晚二叠世、行星风系下的副热带干旱半干旱气候为主的中生代至早第三纪早期。早二叠世晚期古海岸湿热气候下发育的古石林被厚度较大的玄武岩覆盖,加之玄武岩对古石柱的烘烤热变质,都使古石林不易被溶蚀夷平。中生代至早第三纪早期的长期干旱半干旱气候,既减缓了古石林盖层的剥蚀,也减弱了残留石柱的地表溶蚀改造强度。早第三纪中晚期的山地湖泊条件,加速了玄武岩盖层的剥蚀和碳酸盐岩层的溶蚀,造成此期新老石林的共存。同时,路南古湖下的古石林又受到新沉积物的覆盖保护。晚第三纪低纬低海拔的湿热气候导致不同地质时期的覆盖层同时被剥蚀和下部碳酸盐岩层的出露、溶蚀。晚第三纪晚期的高原化与地表河流的发育,创造了新的侵蚀溶蚀条件。不同古气候在同一地区不同地质时代的交替出现,导致了不同层位的碳酸盐岩受到不同溶蚀速率的溶蚀过程的作用,并产生不同的结果。这种不同古环境下的古岩溶发育与保存条件的差异性的相互协调,才有了石林岩溶景观的多样化,使云南石林保存了自早二叠世末期以来所发育的各个时期的石林岩溶基本特征(表2)。同时,以石林岩溶发育的多阶段和发育环境的多样性为基础的多样化形态构成了石林岩溶特有的美学内涵。可以认为石林地区是研究不同地质时期古气候环境下石林岩溶发育与保存的较好地点之一。

表 2 石林岩溶发育期及其发育环境综合简表

Tab. 2 Integrated characteristics of Shilin karst development periods and their paleo-environments

特征 期次	发育特点	发育地层	典型现象	发育环境和 石林发育类型	代表性地点
高原— 巴江期 (N ₂ — Q)	高原化前有过低纬低海拔热带雨林气候的 石林岩溶发育与改造过程,形成古红壤与富 铝风化壳。高原抬升,巴江与南盘江贯通,局 部侵蚀基准面降低,裂隙发育,地表水与地 下水联通,石林岩溶分布在与地下管道相 通的地表裂隙构造交汇点。路南组和玄武岩 被剥蚀,新石牙发育和老石牙增加高度,地 表各类石柱和地下石牙共存,洼地与剑状石 林同期发育	泥盆系、 石炭系 (石牙部 分)、茅 口组上 中段	石林沿地下管道系统展布, 多分布在与巴江有关的溶蚀 谷、洼地,即分布在与地下水 管道相同的地表汇水点;高海 拔处剑状石林也是两组裂 隙交汇溶蚀形成的洼地,多有 漏斗痕迹。与地表各类石柱共 存的石林洼地外围普遍有玄 武岩和路南组	热带亚热带低 海拔的湿热山 地石林岩溶;亚 热带高原干湿 季风气候,湖泊 河谷环境下的 石林岩溶	上兴则、蒲 草村、大、 小石林、李 子箐、清水 塘、老鹰 箐、地下石 牙
路南古 湖期(E ₂ —E ₃)	受准平原上的断块运动影响,形成古湖,湖 泊边缘碳酸盐岩被剥蚀溶蚀,发育新石牙、 石林	泥盆系、 石炭系、 二叠 统灰岩、 白云质 灰岩	古湖外围有茅口组下部地层 发育的石林,并有新第三系、 古风化壳和 314 万年的钙华	热带亚热带行 星风系的半干 旱气候,湖泊 型和岛屿型石 林岩溶	乃古石林、 和摩村、双 尖山豹子 洞、黑石头
前路南 古湖期 (P ₂ ,E ₁)	晚二叠世后期、中生代至古新世,该区隆升, 气候炎热,垂直裂隙节理发育,夷平过程中, 局部古石牙进一步发育并有新石牙发育	茅口组 和栖霞 组上段	路美邑组超覆于石林石牙上, 路南组底砾岩与石牙石柱呈 沉积接触,路南组也广泛分布 于古溶蚀洼地	古热带行星风 系干旱区的石 林岩溶	大箐坡— 六阴塘,清 水塘,李子 箐南,双尖 山芝云洞 附近
前玄武 岩喷发 期(P ₁ 晚 期)	峨眉山玄武岩喷发前,该区位于古海边缘, 垂直裂隙系统发育,气候炎热潮湿,垂直淋 蚀作用较强,沿裂谷或溶槽斜坡发育了大型 石牙	茅口组 中上段	P ₂ β玄武岩覆盖、穿插于 P ₁ m 石牙(柱)之间,石牙表面有烘 烤和硅化现象	古热带海岸型 石林岩溶	松毛山、大 官山—上 蒲草、石板 龙凹子等

参考文献:

- [1] 袁道先. 中国岩溶学[M]. 北京:地质出版社,1993:44—52,92—100,111—129.
- [2] Ford D & Williams P. Karst Geomorphology and Hydrology [M]. Boston, Sydney, Wellington, UNIWIN HYMAN, 1989: 507—512.
- [3] Bosák P Ford D et al (editors). Paleokarst: A systematic and regional review[C]. Amsterdam, Oxford et al, ELSEVIER, 1989.
- [4] James N P & Choquette(editors). Paleokarst[C]. New York, Berlin et al, Springer-Verlag,1988.
- [5] Sweeting M M. Karst landform[M]. MACMILLAN, 1972:233—306.
- [6] 任美镔. 中国岩溶发育规律的若干问题[J]. 南京大学学报(自然科学版),1979,(4):95—104.
- [7] 中国科学院地质研究所岩溶研究组. 中国岩溶研究[M]. 北京:科学出版社,1979:112—123.
- [8] 张寿越. 路南石林发育及其演进[J]. 中国岩溶,1984,(2):78—87.
- [9] Yu Jinbiao, Wang Xueyu and Wang Zhonghan. Lunan stone forest, Yunnan Province-Its morphological characteristics and Paleo-geographical Environment [J]. Kexue Tong Bao, Feb. 1985,219—223.
- [10] Zhang Shouyue. Paleokarst of China[A]. In: Paleokarst—A systematic and regional review [C]. Amsterdam, Oxford et al, ELSEVIER, 1989:297—311.
- [11] Chen Zhiping, Song Linhua and Sweeting M M. The Pinnacle Karst of the stone forest, Lunan, Yunnan, China: an example of a sub-jacent karst [A]. In: New directions in Karst: Proceedings of Anglo-French karst Symposium[C]. Geo Books Regency house, 1986:591—596.
- [12] 石林研究组. 中国路南石林喀斯特研究[M]. 昆明:云南科技出版社,1997.
- [13] 李玉辉, 梁永宁, 耿弘. 滇中路南石林发育年代研究[J]. 中国区域地质, 1998, 17(1):44—51.
- [14] Song Linhua, Li Yuhui. Definition of stone forest and its evolution in Lunan county, Yunnan, China[A]. 见:石林, 自然遗产中的珍宝[C]. 北京:中国环境科学出版社, 1997:37—45.
- [15] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1990.
- [16] Harland W B, Cox A V & Loewilyn P G et al. 袁相国, 姬再良, 刘榕译. 地质年代表[M]. 北京:地质出版社, 1987.
- [17] 任治机, 朱智华, 赵重顺. 云南地体构造与成矿作用[M]. 北京:冶金出版社, 1996, 5.
- [18] 梁其中, 丁申, 丁瑞廷等. 滇东早第三纪的古地磁极位置及磁性

- 地层特征[J]. 北京:地质论评, 1986, 32(2): 144-149.
- [19] 罗志立, 金以钟, 朱贇玉, 赵锡奎. 试论上扬子地台的峨眉地裂运动[J]. 地质论评, 1988, 34(1): 11-23.
- [20] 王祖关主编. 云南岩相古地理图集[M]. 昆明: 云南科技出版社等, 1995.
- [21] 古生物学基础理论丛书编委会. 中国古生物地理[M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [22] 中国科学院南京湖泊与地理所等. 云南断陷湖泊环境与沉积[M]. 北京: 科学出版社, 1989: 24-47.
- [23] 宋学良, 吴遇安, 蒋志文等. 云南中部石灰岩地区高原古湖泊学研究[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1994: 50-55.
- [24] 李凤娟, 曹正尧, 吴舜卿. 云南中生代植物[A]. 见: 云南中生代化石(上册)[C]. 北京: 科学出版社, 1976: 87-159等.
- [25] 殷鸿福, 丁梅华, 张克信等. 扬子区及其周缘东吴-印支期生态地层学[M]. 北京: 科学出版社, 1995: 284-312.
- [26] 杨一光. 云南植被的自然环境条件[A]. 见: 云南植被[C]. 北京: 科学出版社, 1987: 5, 14.
- [27] 宋之翠, 李曼英, 黎文本. 云南一些地区的中生代及早第三纪早期的孢粉组合[A]. 见: 云南中生代化石(上册)[C]. 北京: 科学出版社, 1979: 1-64.
- [28] Liu Hong. A study on recent karst denudation rate of karst in Shilin, Stone Forest [A]. In: South China Karst [C]. Slovenia, Zhrika, ZRC 19, 1998: 122-133.
- [29] 袁道先, 蔡桂鸿. 岩溶环境学[M]. 重庆: 重庆出版社, 1988: 59-71.
- [30] 中国新生代植物编写组. 中国新生代植物(第三册)[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [31] 王德元, 孙克祥, 段彦学. 滇西地区新构造运动的几个问题的探讨[A]. 见: 青藏高原地质文集[C]. 北京: 地质出版社, 1983: 201-212.
- [32] 孙湘君, 吴玉树. 云南滇池地区全新世以来及环境变迁历史[A]. 见: 中国-澳大利亚第四纪学术讨论会论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1987: 28-41.

STUDY OF PALEO-ENVIRONMENT OF SHILIN KARST (STONE FOREST) DEVELOPMENT, YUNNAN, CHINA

LI Yu-hui¹, YANG Yi-guang², LIANG Yong-ning³, REN Jian⁴, GENG Hong⁴

(1. Department of Geography, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China;

2. Environmental Science department, Yunnan University, Kunming 650091, China;

3. Department of Geology, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

4. Department of the Land and Resources Management of Yunnan People Government, Kunming 650011, China)

Abstract: The characteristics of paleo-environments during the development of Stone Forest have been studied on the basis of geological and geomorphologic investigation and mapping, and the analysis of various information from regional strata, paleo-geomagnetism, chemical compositions including rare earth elements in rocks and soil, ratio of silicon to aluminium in clay of paleo-soil, travertines, plant fossils and sporopollen fossils, dissolving rate and so on. The reason why the Stone Forest formed from the later stage of early Permian to Quaternary persists now is the difference of karstification originated from the evolution of paleo-geographical environment in Shilin area, Yunnan. According to the characteristics of paleo-environment, the long geological period of Stone Forest evolution can be divided into two stages, i. e., favorable to the development of Stone Forest karst and favorable to the conservation of Stone Forest karst, respectively. Stone Forest karst has experienced from coastal marginals with paleo-tropic hot-wet climate, arid environment with paleo-tropic planetary wind system, to semi-arid mountain lakes, and from paleo-tropic wet-hot climate of low altitude to plateau sub-tropic dry-wet monsoon climate. Therefore, Shilin area is one of the best areas of studying the development and conservation of Stone Forest karst in different paleo-environments during a long geological period in the same area.

Key words: Stone Forest karst; Paleo-environment; Shilin, Yunnan