

贵州二叠系茅口组古岩溶发育特征及水文地质意义探讨

李源航

(贵州大学喀斯特环境与地质灾害防治教育部重点实验室, 贵州 贵阳 550003)

[摘要] 本文根据茅口组古地貌及上覆地层岩性分布特征,以野外调查和实际勘探试验资料为依据,采用典型剖面对比分析的方法,对贵州省二叠系茅口组古岩溶带发育及富水性特征进行了研究。研究表明,在西部玄武岩及省内局部硅质岩覆盖区,茅口组古岩溶发育最为强烈、富水性良好,而东部龙潭组碎屑岩、吴家坪组灰岩覆盖区,深埋藏条件下的茅口组古岩溶整体发育及富水性程度相对减弱。进而讨论了古地貌特征及不同上覆地层岩性对古岩溶带空间分布及富水性的影响、初步探讨了研究区茅口组古岩溶带的水文地质意义。

[关键词] 古岩溶带;茅口组;水文地质;贵州

[中图分类号] P641.134 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2014)02-0141-06

贵州二叠系茅口组地层顶部古岩溶发育,为深埋藏条件下的地下水赋存和运移提供良好空间条件。近年来地下水勘查中揭示该古岩溶带良好的富水性,成为保障贵州西部矿山严重污染区及深切割河谷斜坡区等区域农村饮水安全的重要找水方向^[1]。另外赋存于茅口组上覆地层中的煤、黄金等矿床在开采中,也引发了较多茅口组岩溶水向矿井突水问题。这使得茅口组古岩溶带赋存地下水成为一把“双刃剑”,既为岩溶缺水区提供良好的地下水资源,又可成为矿山开采中的突水隐患,成为岩溶水文地质领域的重要研究课题。但目前为止,贵州省内对茅口组古岩溶带的发育分布规律以及古岩溶带富水性特征研究程度不高,难以有效指导生产实践。本文以实际的勘探资料为依据对上述问题作初步研究,以期对省内的地下水找水工作和矿山安全开采提供理论支持。

1 研究方法

本研究以贵州省区域地质调查、中二叠世岩相古地理研究、供水与矿床水文地质勘探及试验等资料为依据,同时结合茅口组古岩溶地貌和茅口组上覆地层岩性空间变化特征,在对上覆盖层

岩性类型分区的基础上,选取布置控制不同分区、具有代表性的研究剖面。通过现场踏勘及对研究剖面上勘探钻孔中古岩溶发育程度、富水性等对比,分析探讨贵州省内茅口组古岩溶带发育分布规律及水文地质特征。

2 研究剖面的选取及信息采集

岩溶发育程度与当地的气候、地貌及水文网有关,而岩溶空间的保存状态则与后期风化物的充填程度有关。二叠系茅口组石灰岩古岩溶发育程度也同样严格受到中二叠世晚期的古地貌、古气候及古水文条件控制。茅口组古岩溶地貌从东向西依次主要分为台地区、斜坡区和盆地区,不同地貌单元中由于水动力等条件的不同使得岩溶发育程度存在空间上的差异^[1]。同时在中晚二叠世期间,研究区自东向西大规模海侵以及西部峨眉山玄武岩喷发,在省内茅口组古岩溶侵蚀面上自西向东依次形成了峨眉山玄武岩、龙潭组碎屑岩及吴家坪组灰岩覆盖层^[2]。此外,受古地理和构造作用影响,在黔北、黔西南等部分地带茅口组石灰岩上部沉积了“白泥塘层”、“大厂层”硅质岩层。不同岩性的上覆地层对茅口组古岩溶带的

[收稿日期] 2013-12-20

[基金项目] 贵州省2012年重大专项“小城镇喀斯特水资源安全保障技术与示范”黔科合重大专项(2012)5015号);贵州省地勘基金项目“贵州省岩溶地下水赋存规律与找水关键技术”黔国土资发[2009]94号。

[作者简介] 李源航(1989—),男,汉族,河南许昌人,在读硕士研究生,研究方向为岩溶水资源与水环境。

后期改造起着决定性作用。

针对上述特征,本研究在省内分别从北向南布置了三条研究剖面,每条剖面均从西向东控制了不同的上覆地层岩性区(图1)及相应的古地貌

类型区。在布设的三条研究剖面上,分别选取了有代表性的勘探钻孔,并取得了这些勘探钻孔实际揭露的岩溶水文地质结构和水文地质试验成果信息资料。

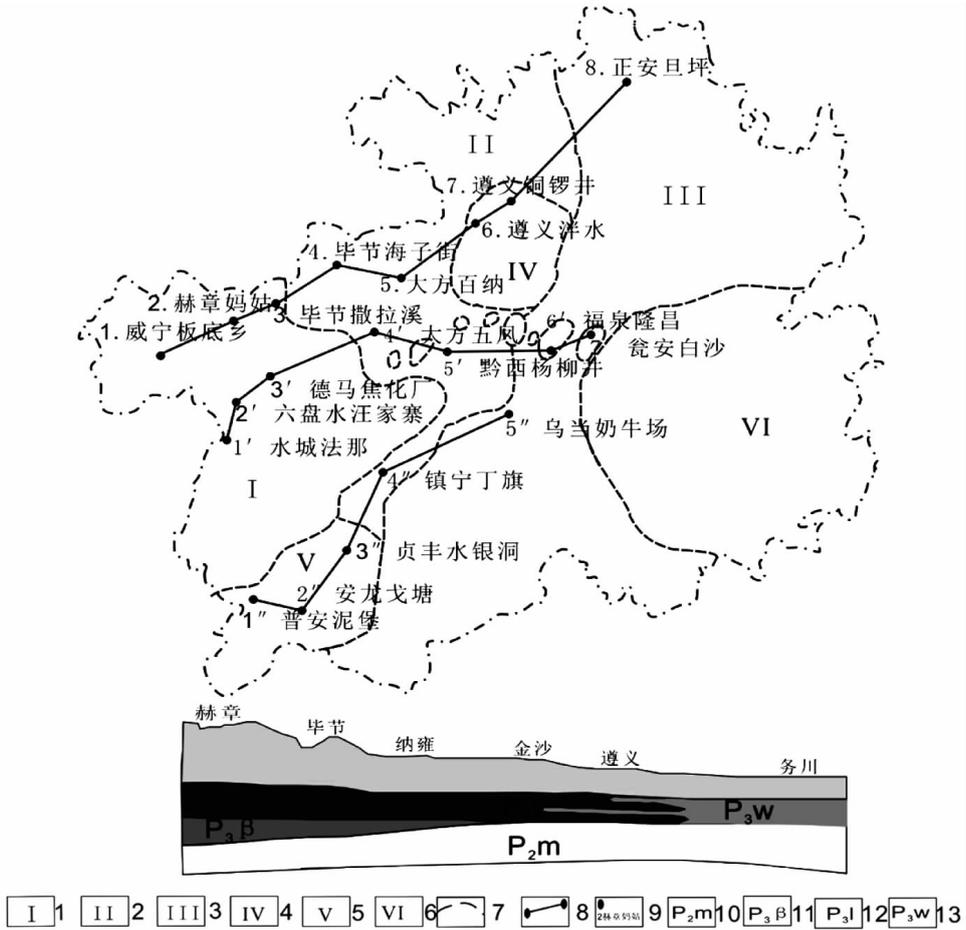


图1 研究剖面选择位置示意图

Fig. 1 Sketch map of research section's location

1—玄武岩覆盖区;2—龙潭组覆盖区;3—吴家坪组覆盖区;4—白泥塘层分布区;5—大分层分布区;6—茅口组剥蚀区;7—分区界限;8—剖面线;9—钻孔位置、编号、地点;10—茅口组;11—峨眉山玄武岩;12—龙潭组;13—吴家坪组

3 结果与讨论

3.1 结果

3.1.1 茅口组古岩溶发育特征

根据获取的基础信息资料,分别编制出北、中、南部三条研究剖面的茅口组古岩溶带发育对比图(图2)。三个剖面基本涵盖整个研究区,较完整反映了贵州省茅口组古岩溶带发育变化基本情况。

(1)研究区北部剖面(如图2)跨越毕节、遵义地区,剖面西段的玄武岩分布区,古地貌类型为岩

溶斜坡。该区威宁、赫章、毕节撒拉溪等地下水勘探中,钻孔揭露玄武岩下茅口组顶部古岩溶发育强烈^[3]。岩溶空间以溶蚀裂隙和孔洞为主,有效岩溶带厚度20~37 m;剖面向东经过黔北煤田,位于古岩溶台地区,上覆地层为含煤地层龙潭组,钻孔揭露200 m埋深以下隐伏的茅口组古岩溶发育程度减弱,溶蚀空间有零星揭露。在“白泥塘层”硅质岩覆盖的遵义泮水~铜锣井片区,勘探钻孔普遍揭露到强烈发育的溶蚀裂隙及溶洞,最大溶洞高度达到10 m以上;东北部吴家坪组灰岩覆盖区,由于茅口组地层整体埋藏较浅,古岩溶与现代岩溶作用交织叠加,在正安旦坪等铝土矿勘探中揭露有一定岩溶现象^[6]。

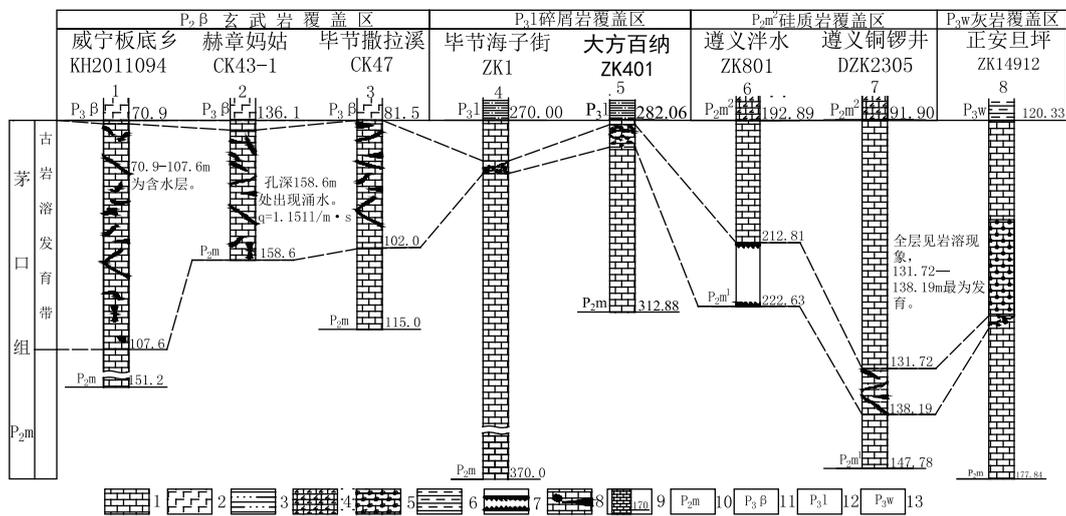


图2 北部剖面毕节-遵义地区茅口组古岩溶带发育对比图

Fig. 2 Paleo karst comparison of Bijie and Zunyi in north Guizhou

1—灰岩;2—玄武岩;3—粉砂岩;4—硅质灰岩;5—含燧石结核灰岩;6—泥岩;7—溶洞;8—溶蚀裂隙、溶孔;9—孔深(m);10—茅口组;11—峨眉山玄武岩;12—龙潭组;13—吴家坪组

(2) 中部剖面(如图3)从六盘水地区直至福泉、瓮安地区。西段六盘水地区玄武岩连片分布,茅口期古地貌表现为古岩溶斜坡^[1]。揭露玄武岩下伏茅口组的勘探钻孔岩心同样表现出良好的古岩溶发育带,有效岩溶带厚度分别达到数米至五十

余米;东部福泉、瓮安一带玄武岩零星覆盖区勘探钻孔亦揭露其下伏茅口组中古岩溶带发育良好,厚度亦较大;龙潭组碎屑岩覆盖区以大方五凤、黔西杨柳井矿区为代表,钻孔揭露龙潭组下伏茅口组中岩溶发育相对减弱,且受上覆碎屑岩充填明显。

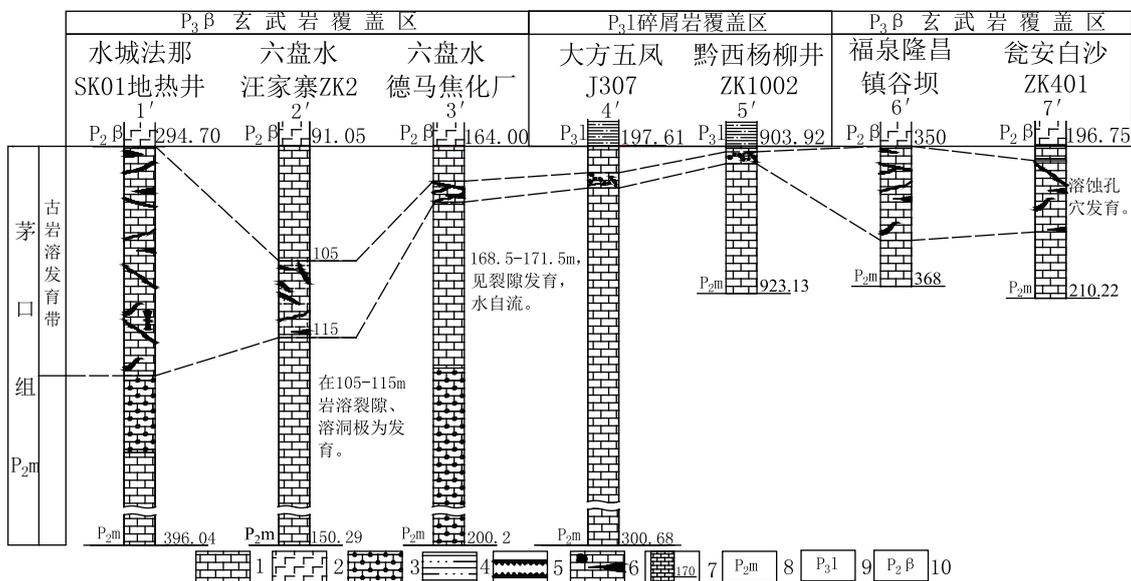


图3 中部剖面六盘水-瓮安地区茅口组古岩溶带发育对比图

Fig. 3 Paleo karst comparison of Maokou formation in Liupanshui-Weng'an of central Guizhou

1—灰岩;2—玄武岩;3—含燧石结核灰岩;4—粉砂岩;5—溶洞;6—溶蚀裂隙、溶孔;7—孔深(m);8—茅口组;9—龙潭组;10—峨眉山玄武岩

(3) 南部剖面(如图4)从黔西南延伸到黔中片区。剖面西段,黔西南地区茅口组顶部与龙潭组底部之间为蚀变硅质岩层“大厂层”^[5],普安泥堡、安龙戈塘、贞丰水银洞等金矿勘探中钻孔揭露

下伏茅口组古岩溶带发育强烈,揭露出大量古岩溶洞穴;剖面向东在安顺~贵阳片区上覆龙潭组碎屑岩,向东逐渐过渡至吴家坪组灰岩,除沿断裂带上的勘探钻孔揭露岩溶明显发育外,一般情况

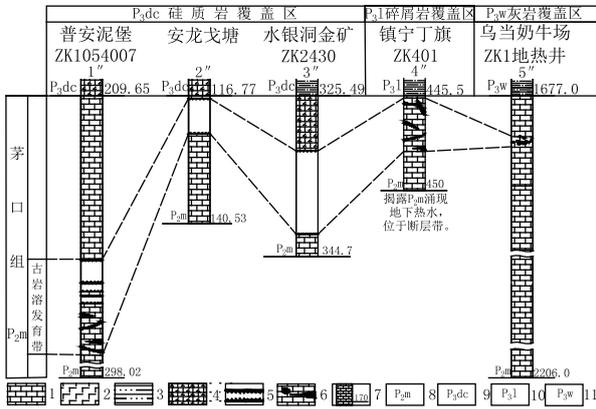


图4 南部剖面普安-贵阳地区茅口组古岩溶发育对比图

Fig. 4 Paleokarst comparison of Maokou formation in Puan-Guiyang of south Guizhou

- 1—灰岩; 2—玄武岩; 3—含燧石结核灰岩; 4—粉砂岩; 5—溶洞; 6—溶蚀裂隙、溶孔; 7—孔深(m); 8—茅口组; 9—龙潭组; 10—吴家坪组

下茅口组中古岩溶发育减弱。

综合分析各研究剖面茅口组古岩溶的发育情况可以归纳出如下规律:茅口组古岩溶带在研究

区有广泛发育。其中贵州西部毕节、六盘水地区玄武岩覆盖区,茅口组古岩溶发育最为强烈,规模较大的溶蚀缝隙、溶洞组合成网状溶蚀空间,并形成垂向厚度较大、横向延伸广阔的古岩溶带。其次在黔西南“大厂层”、黔北“白泥塘层”等硅质岩层分布区,硅质岩层下伏茅口组石灰岩中古岩溶带中发育同样强烈。而在东部龙潭组碎屑岩、吴家坪组灰岩覆盖下的广大区域,受其上覆碎屑岩填充影响,深部埋藏隐伏的茅口组古岩溶带总体发育有所减弱,岩溶空间以溶孔、裂隙为主,而在构造发育及埋藏较浅、现代岩溶作用活跃等地段古岩溶带则发育相应有所增强。

3.1.2 茅口组古岩溶带富水性特征

为研究茅口组古岩溶带的富水性特征,在三条研究剖面上不同岩性覆盖区中选择有代表性的、并对茅口组古岩溶带有专项水文地质试验的水文地质勘探钻孔,统计各钻孔试验取得的茅口组古岩溶带含水层渗透系数(K)及单位涌水量(q)见列表1,水文地质参数及富水性特征对比见图5、图6。

表1 研究区不同上覆地层类型区单位涌水量及渗透系数统计表

Table 1 Statistics of specific yield and permeability coefficient of different upper layers in the target area

古地貌类型区	古岩溶斜坡区				古岩溶台地区			
	P ₃ β 玄武岩覆盖区		硅质岩覆盖区		P ₃ l 碎屑岩覆盖区		P ₃ w 吴家坪组覆盖区	
上覆地层分区	1	2	3	4	5	6	7	8
编号	1	2	3	4	5	6	7	8
勘探钻孔位置	赫章妈姑	水城德马焦化厂	遵义铜锣井锰矿	安龙戈塘金矿	毕节海子街地热井	黔西杨柳井煤田	正安旦坪铝土矿	乌当奶牛场地热井
单位涌水量 q(L/s·m)	1.1502	0.895	2.863	0.783	0.105	0.0059	0.01459	0.05181
渗透系数 K(m/d)	3.4719	2.3065	4.5	1.581	0.0134	0.0027	0.0092	0.003

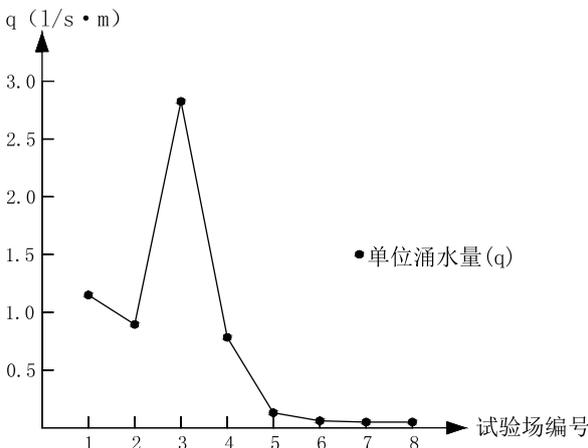


图5 研究区单位涌水量变化曲线

Fig. 5 The changing curve of specific yield

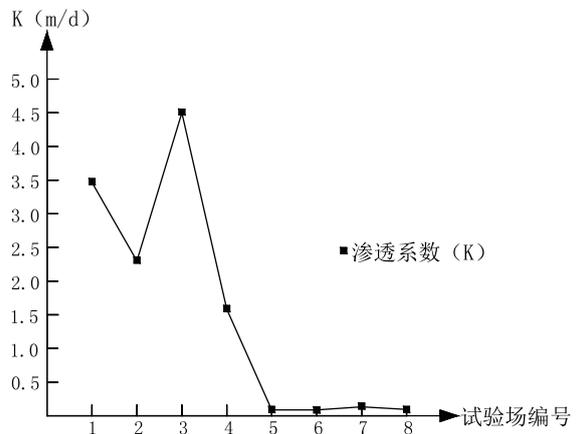


图6 研究区渗透系数变化曲线

Fig. 6 The changing curve of permeability coefficient

统计分析表明,各类型区茅口组古岩溶带表现出的富水性与古岩溶发育状况基本一致。总体

反应为:西部玄武岩覆盖区及黔北“白泥塘层”、黔西南“大厂层”硅质岩覆盖区,茅口组古岩溶带

具有较强的富水性和透水性,而在东部广大的龙潭组碎屑岩、吴家坪组灰岩覆盖区,深部隐伏埋藏条件下的茅口组古岩溶带反映出岩溶发育及富水性总体减弱的趋势。

3.2 讨论

3.2.1 茅口组古岩溶带发育及富水性成因

(1)古地貌控制了古岩溶发育程度及古岩溶带的富水性

贵州西部及黔中瓮安、福泉局部地带玄武岩覆盖区处于茅口组古岩溶地貌的斜坡区,古水动力条件强,有利于茅口组中古岩溶发育,在相应范围内也显示出强烈发育及富水性良好的茅口组古岩溶带;黔北“白泥塘层”及黔西南“大厂层”硅质岩分布区古地貌上分别处于局部的“海盆”及斜坡地带,古地形地貌和水动力条件也为茅口组石灰岩中古岩溶发育提供了有利条件;龙潭组、吴家坪组覆盖的古岩溶台地上,古水动力弱,使得该地带分布区古岩溶的发育及富水性整体减弱。

(2)上覆岩性类型影响着古岩溶持续发育并改造了地下水的赋存条件

茅口组古岩溶带形成以后经历了长期埋藏演化,后期沉积的上覆地层岩性对茅口组古岩溶带的保存及演化有着重要影响。由于龙潭组及吴家坪组底部碎屑岩易坍塌风化等特点,对茅口组古岩溶带填充严重,使埋藏阶段古岩溶带的连通性逐渐减弱,阻碍地下水系统的循环及古岩溶的持续演化。而玄武岩、硅质岩覆盖区,坚硬致密、抗风化能力强的上覆岩石为下伏古岩溶带的保存和持续发育提供了保障,连通性良好的古岩溶带在持续的地下水活动条件下,不断溶蚀扩大,形成现今赋存大量地下水资源的茅口组古岩溶带。

3.2.2 茅口组古岩溶带的水文地质意义

(1)供水水文地质意义。在贵州西部深切切割的河谷斜坡造成浅层地下水大面积疏干、矿山开采引起的水均衡破坏和水环境等问题使该地区安全供水水源极度缺乏。但西部玄武岩覆盖区茅口组古岩溶带发育、富水性强,且弱透水性的玄武岩能够对古岩溶带赋存的地下水水质形成有效保护,是解决该区饮水安全的重要找水方向。在黔北及黔西南硅质岩分布区,茅口组古岩溶带赋存地下水同样能够成为当地稳定的供水水源。

(2)矿井水害防治意义。在贵州西部等玄武岩覆盖区,没有构造破坏的条件下,透水性差、力学强度高的玄武岩能成为矿井有效隔水底板,可以有效阻隔底板茅口组岩溶水向矿井突水。但在局部较薄的玄武岩堆积区边缘、规模和断距较大的断裂地带将是矿井突水的隐患地带;在龙潭组、吴家坪组覆盖区,茅口组古岩溶带整体发育较弱与该区域煤系地层几乎直接接触,茅口组古岩溶带赋存岩溶水成为该区域矿井充水的重大隐患,特别在受构造控制及埋藏较浅、现代岩溶活跃的局部强古岩溶带中赋存有高承压性的岩溶水,对矿产资源安全开采造成威胁。

[参考文献]

- [1] 王明章,陈萍. 贵州二叠系茅口组古岩溶及其埋藏型地下水系统研究[J]. 贵州地质,2012,29(4):283-289.
- [2] 贵州省地质矿产局. 贵州省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2008.
- [3] 贵州省地质矿产局. 毕节地区地下水资源勘察报告[R].
- [4] 贵州省地矿局114地质队. 贵州省重点岩溶流域水文地质调查与岩溶水开发示范报告——三岔河上游岩溶流域[R].
- [5] 贵州省地矿局117地质队. 贵州省安龙县戈塘金矿区二龙口矿段勘探报告[R].

Discussion of Development Characters and Hydro-geological Significance of Paleo Karst in Maokou formation, Permian in Guizhou

LI Yuan-hang

(Key Laboratory of Karst Environment and Geohazard Prevention Ministry of Education, Guizhou University, Guiyang 550003, Guizhou, China)

[Abstract] According to Maokou formation of paleo geomorphology and overlying layer distribution characteristics, this research collects data of field investigation, the actual exploration data compilation, the characteristics of paleo karst development and water content on the research section were compared. The results show that, in the basalt and siliceous rocks covered area in the west, karst is developed intensely, and the water-abundance is better. And Longtan formation clastic rock and Wujiaping limestone coverage in the east, karst development is weak and poor water. The characters of paleo landform and the influence of different upper layer li-

thology to the spatial distribution and water yield property, the hydro-geological significance of paleo karst zone of Maokou formation in the target area.

[Key words] Paleo karst zone; Maokou formation; Hydro-geology; Guizhou

(上接第 108 页)

Geochemical Characters of Jinbao Lead-zinc Deposit in Zhenyuan of Eastern Guizhou

YANG Zong-wen, LIU Ling

(101 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Kaili 556000, Guizhou, China)

[Abstract] In this paper, it did geochemical character study for C-O₂, sulfur isotope and flow inclusion temperature on Jinbao lead-zinc deposit in Zhenyuan, the C isotope of calcite and dolomite is -5.7‰ to -6.9‰, the O isotope in the typical igneous carbonate rock area is 11.2‰ to 12.2‰ and higher than igneous carbonate rock. Sulfur isotope in sphalerite is 11.5‰ to 14.2‰ and distributes intensively. With the C isotope, it's inferred the metallogenic material comes from deep mantle and magmatism. The flow inclusion temperature is 106° to 238°, the freezing point is -1.8° to 24° and the salinity is 2.9 to 26.1wt% NaCl_{eq}. It can be judged the metallogenic flow of this deposit has low-middle temperature and middle-high salinity. By analysis the changing tendency of temperature and salinity, the metallogenic humidity and salinity changes a lot, the flow experienced unmixing process, it maybe caused by the unmixing phenomena when the magmatic hydrothermal decrease the temperature and pressure. By study the regional geologic condition and deposit geologic feature, it's thought the metallogenic flow source of Jinbao lead-zinc deposit perhaps has relation with magmatic hydrothermal.

[Key words] Geochemical character; Metallogenic flow; Lead-zinc deposit; Guizhou

(上接第 149 页) development in the mountain area. In this paper, the character and harm of Dahaizi karst flooding is introduced, the genesis is discussed and the treatment plan is carried out, it can afford some guidance for similar problem.

[Key words] Karst flooding; Disaster prevention; Genesis; Harm; Basin

(上接第 157 页)

Geothermal Resources Amount Calculation of Shiqian Geothermal field in Guizhou

YANG Rong-kang, YANG li-jun, WANG Qian, YANG Yuan-li

(Guizhou Institute of Geo-Environment Monitoring, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[Abstract] Shiqian geothermal field is a typical folds and faults type heat reservoir in Guizhou. In this paper, for the problems of this type geothermal resources amount calculation in the past, based on geothermal fluid samples test results and a comprehensive study, establish the reservoir modeling of Shiqian, combined with geothermal resources exploration data, the geothermal resources calculation division into stratified reservoir area and zoned reservoir area, determine the calculation parameters, use geothermal reservoir method to calculate and the results show that Shiqian geothermal field heat storage is 2.181016 kJ/a, the equivalent of 7.46108t/a standard coal, and the available heat storage is 3.281015 kJ/a, the equivalent of 1.12108 t/a standard coal. then comparative analysis of this results and the previous results prove that the zoned reservoir cannot be ignored for this type of geothermal field in the geothermal resources amount calculation, and the results of this method can reflect geothermal resources amount more accurately.

[Key words] Shiqian geothermal field; Folds and faults thermal storage; Geothermal resources