

揭示生物大灭绝的“金钉子”——以浙江长兴“金钉子”为例

孙昊¹, 梁中恺², 路英川¹, 李光琪¹

(1. 武警黄金地质研究所, 河北廊坊 065000;

2. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

[摘要]“金钉子”是全球年代地层单位界线层型剖面和点位,是确定和识别全球两个时代地层之间界线的唯一标志,完整剖面层型和丰富的古生物化石记载了大量宝贵的地质信息。本文以浙江长兴煤山剖面为例初步讨论“金钉子”中关键化石的选择和古生物化石所揭示的全球范围内晚二叠世末期生物大灭绝的原因。

[关键词] “金钉子” 灰岩 关键化石 生物大灭绝

[中图分类号] P52 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2014)增刊-1320-06

Sun Hao, Liang Zhong-kai, Lu Ying-chuan, Li Guang-qi. The mass extinction revealed by the “GSSP”: A case study of the “GSSP” in Changxing, Zhejiang Province [J]. *Geology and Exploration*, 2014, 50 (Supp.): 1320-1325.

1 “金钉子”的产生方式和重要意义

“金钉子”一名源于美国的铁路修建史。1869年5月10日,美国首条横穿美洲大陆的铁路钉下了最后一颗钉子,这颗钉子是用18k金制成,它宣告了全长1776km的铁路胜利竣工。鉴于这条铁路的修建在美国历史上具有里程碑的意义,对美国政治、经济、文化的影响极其深远,特别是对于美国西部开发战略的实施具有举足轻重的作用。为纪念这一事件,美国在1965年7月30日建立了“金钉子国家历史遗址”。全球年代地层单位界线层型剖面和点位在地质年代划分上的意义与美国铁路修建史上“金钉子”的重要历史意义和象征意义具有异曲同工之处,因此,“金钉子”就为地质学家所借用。

地质学上的“金钉子”实际上是全球年代地层单位界线层型剖面和点位(GSSP)的俗称。金钉子是国际地层委和地科联以正式公布的形式所指定的年代地层单位界线的典型或标准,是为定义和区别全球不同年代(时代)所形成的地层的全球唯一标准或样板,并在一个特定的地点和特定的岩层序列中标出,作为确定和识别全球两个时代地层之间界

线的唯一标志。

按照国际地质科学联合会(简称地科联)(IUGS)和国际地层委员会(ICS)的规定,全球统一地质时代(年代)表要通过建立全球不同时代(年代)地层单位界线层型和点位(GSSP)(俗称金钉子)的方式来建立,以便于按统一时间(时代)标准去理解、解释、分析和研究世界不同地区同一时间内发生的或形成的各类地质体(岩石、地层等)及地质事件及其相互关系。所以,年代地层单位界线层型和点位(金钉子)是国际地层委和地科联以正式公布的形式所指定的年代地层单位界线的典型或标准(章森桂等,2005),是为定义和区别全球不同年代(时代)所形成的地层的全球唯一标准或样板,并在一个特定的地点和特定的岩层序列中标出,作为确定和识别全球两个时代地层之间的界线的唯一标志。每一个时代的全球界线层型和点位(金钉子)的选取,都必须在对全球包含这个时代地层序列(即界线剖面)进行调查,并组织有关专家对所申报的有可能成为该时代年代地层单位界线金钉子剖面的建议和相关研究成果进行详细研究、检验和讨论的基础上,由国际地层委员会下属的有关地层分会的各

[收稿日期] 2014-03-28; **[修订日期]** 2014-09-16; **[责任编辑]** 郝情情。

[第一作者] 孙昊(1986年-),男,2010年毕业于吉林大学,获硕士学位,助理工程师,从事矿产勘查工作。E-mail: sunhao1928@126.com。

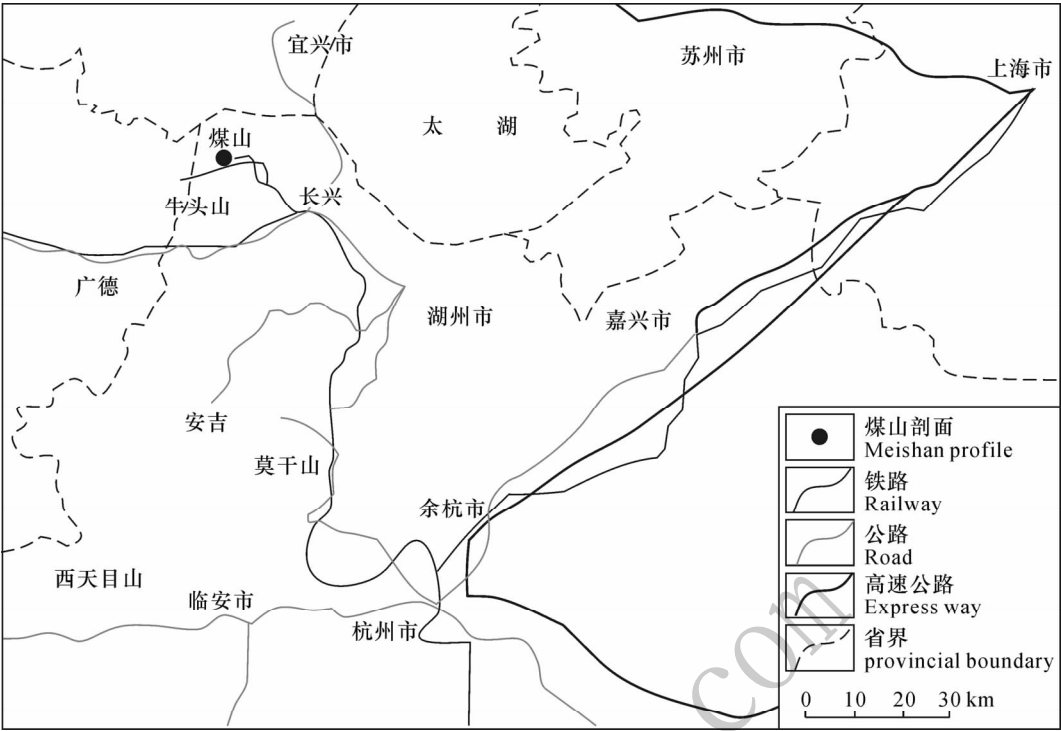


图 1 长兴煤山剖面交通位置图

Fig .1 Map showing traffic and location of the Mei Shan cross section in Changxing



图 2 煤山“金钉子”剖面关键层位宏观照片

Fig. 2 Photos of GSSP on the Mei Shan cross section

国专家通过投票的方式产生,然后报国际地层委和地科联批准公布(章森桂等,2009)。全球层型剖面 and 层型点(GSSP)是指特定地区内,特定岩层序列中的一个专有的标志点,藉此构成两个年代地层单位之间界线的定义和识别标准。“金钉子”是全世界科学家公认的,全球范围内某一特定地质时代划分对比的标准,因此,它的成功获取往往标志着一个国家在这一领域的地学研究成果达到世界领先水平,其意义绝不亚于奥运金牌。

2 我国“金钉子”的研究现状

自 1972 年在捷克建立全球首枚“金钉子”以来,世界上共有 20 个国家建立了 64 枚“金钉子”。中国在 20 世纪 70 年代末开始参与全球年代地层的研究,比其他国家晚了 10 多年。1997 年,南京地质古生物所陈旭院士所领导的团队,率先取得突破,建立了中国的第一个“金钉子”奥陶系达瑞威尔阶“金钉子”。从此,在南京地质古生物所、中国地质大学、中国地质科学院地质研究所、宜昌地质矿产研究

所的努力下,在中国相继建立了 10 枚“金钉子”,已占全球“金钉子”总数的 16%,显示了中国在年代地层研究领域的领先水平。

这 10 枚“金钉子”分别位于浙江常山、浙江长兴(2 枚)、湖南花垣、广西来宾、湖北宜昌(2 枚)、湖南古丈、广西柳州和浙江江山。在这些“金钉子”所定义的年代地层单位中,有八个年代地层单位,即乐平统、吴家坪阶、长兴阶、大坪阶、芙蓉统、排碧阶、古丈阶、江山阶是以中国地名命名的,它们和“金钉子”一起,已在《国际地层表》中占据了应有的地位。

从我国 10 枚“金钉子”的分布来看,10 枚中的 9 枚都集中在古生代,其中寒武系 3 枚、奥陶系 3 枚、石炭系 1 枚、二叠系 2 枚。由于奥陶系、志留系和泥盆系的“金钉子”已经全部订满,取得一枚“金钉子”的难度也越来越大,但我国寒武系和石炭系发育的非常典型且完整,生物化石门类丰富,在全球范围内有具有一定优势(沈树忠等,2005),尤其是现在我国对寒武系的研究程度已经达到了国际领先水平,先后建立了芙蓉统、古丈阶、排碧阶和江山阶,让许多中国的地名出现在了国际地层年代表中。

3 浙江长兴煤山剖面“金钉子”

在浙江湖州市东起杨家埠,西北经敢山、黄芝山、煤山、葆青、新槐,直到安徽省广德县的牛头山、独山一带,有一种形成于古生代二叠纪末的石灰岩。这种灰岩较全面地记录了地球在古生代末的历史,是研究古生代与中生代之交地壳演化与发展、古生物演化与灾变,以及有关成矿规律的重要依据。

1923 年,美籍教授葛利普最早注意到了浙江长兴县灰岩的动物化石群,并将其命名为“长兴灰岩”。以后,中科院南京地质与古生物所、中国地质大学的一些科学工作者开始了对长兴灰岩的长期研究。1989 年,“长兴灰岩”被国际地层委员会确认为古生代末世界标准地层,“长兴阶”由此成为国际统一地质年代表中唯一用中国地名命名的世界标准地层。中国科学家从此一直没有停止过对“长兴灰岩”的研究,以中科院南京地质古生物研究所研究员金玉珏教授为首的科学家,对长兴灰岩煤山剖面的每一层岩石进行了长期研究,并采集到了 15 个大类的近 400 种动物化石。经过研究,专家们最终确认:“长兴灰岩”完整地记录了 2.5 亿年前古生代与中生代之交的超级生物大灭绝的整个过程(殷鸿福等,2001)。这是自出现动物至今的 5.8 亿年历史中,地球上规模最大、影响最深的灭绝事件。

3.1 化石记录的生物大灭绝

由于煤山地区的长兴组灰岩是良好的建筑材料,沿二叠系—三叠系分布着一系列的采石场,揭露出了良好的二叠系—三叠系的界限层序,从西向东分别命名为 A—Z 剖面,D 剖面位于这一系列采石场露头的中部。在对煤山 D 剖面分层时候,可以发现第 25、26 层是明显的两层粘土层,分别为浅色和深色粘土,而古生物化石绝大多数都没有穿过这两层粘土层。这样的粘土层在晚白垩纪地层也有出现,并伴随有铍元素异常,指示其成因为地外天体的撞击作用,但与之相对比,煤山剖面这两层粘土里并没有发现铍元素含量的异常,但却发现了高温石英和大量的火山尘的残余物质,大致可推断造成这次生物大灭绝的可能和火山作用有关,在对二叠系—三叠系界线下 13 cm 处白色火山灰层进行年代学研究后认为火山灰层的年龄为 251.4 Ma (Jin *et al.*, 1993, 1998)。

在对比了世界上同一时期的地层之后,世界的各个地方都有大量火山活动的痕迹。西伯利亚超大的火山岩省的喷发年龄公认被认为在 251~250Ma、我国著名的峨眉山玄武岩也是在这一时期喷发的,大量的文献显示,峨眉山玄武岩的喷发期约为 260Ma。对峨眉山玄武岩进行⁴⁰Ar/³⁹Ar 同位素测年结果显示,峨眉山大火山岩省火山喷发的最终结束时间在 253~251Ma 左右(Lo *et al.*, 2002; 范蔚茗等,2004; 张招崇等,2005),也有部分学者认为峨眉山大火山岩省火山喷发的结束时间在 251Ma(朱江等, 2011)。

综上所述,西伯利亚和峨眉山两个大火山岩省的形成时代和喷发结束时代与全球性生物灭绝事件基本吻合,也与古亚洲洋的闭合时代基本吻合(李朋武等,2009)。由于二叠纪末期冈瓦那古陆和西伯利亚古陆拼合形成了超级大陆 PANGAEA,引发了强烈的地壳运动,进而导致了全球范围的剧烈火山活动,导致了地球历史上规模最大灭绝生物属种最多的生物大灭绝(图 4)。虽然火山活动的年龄与二叠系—三叠系的界线年龄有出入,但笔者认为火山活动导致的灾变时间是一个持续的过程,并伴随有全球性的气候变化,而并非一个绝对的在极短的时间内发生的灾变事件(Yang Z Y *et al.*, 1993; Bowring Samuel A *et al.*, 1999; Sandra L. Kamo *et al.*, 2003),由于大火成岩省、极端气候变化和生物大灭绝加以关联的机制相当复杂,目前并没有被很好的模型化。

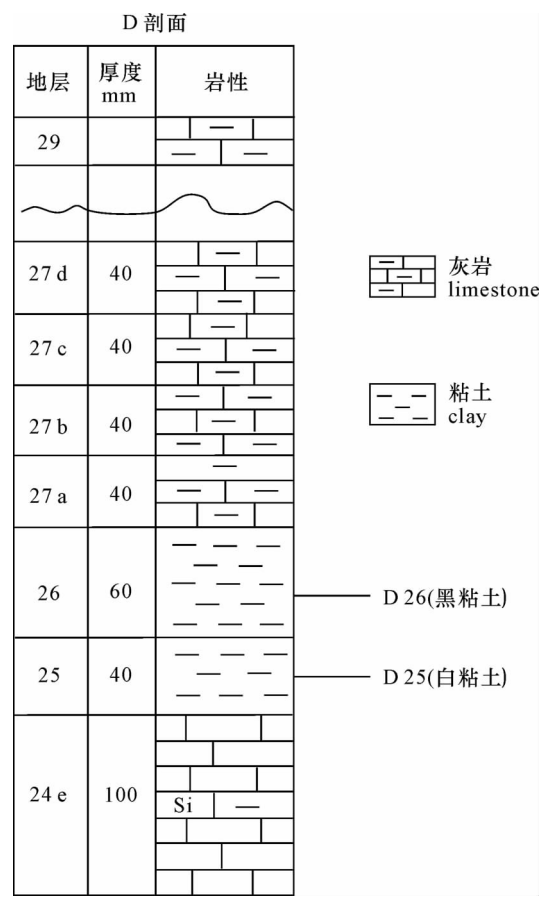


图3 煤山 D 剖面关键层位岩性柱状图

Fig. 3 Lithological column of key strata on cross section D in Mei Shan

3.2 关于煤山剖面“金钉子”关键化石的选取

1986 年以前,世界公认的二叠系和三叠系界限的关键化石是耳菊石,而在长兴煤山剖面却没有出现耳菊石,1985 年张克信在这里发现牙形石化石,1986 年中国古生物学家殷鸿福提出以牙形石取代菊花石作为划分二叠纪和三叠纪,同时也是划分古生代和中生代的标准,掀起了国际地质学界激烈的争论。中国自 1977 年开展长兴灰岩界线及国际地质对比规划项目后,先后有 25 个国家的 200 多名学者参加了这一研究。中国的王成源教授将点位定于煤山 D 剖面 27c 层,得到国内外专家一致支持。中外学者携手对煤山进行了岩石地层、生物地层、地质年代、同位素地层等多学科、高分辨率研究,并于 1996 年中、美、俄、德等国 9 名科学家在国际刊物上发表联名文章,共同推荐中国浙江长兴煤山的牙形石化石为划分古生代与中生代的标准化石,位置就在长兴煤山 D 剖面 27c 层之底,即牙形石 *Hindeodus parvus* 的首现处。*Hindeodus parvus* 带分布在 27c 和

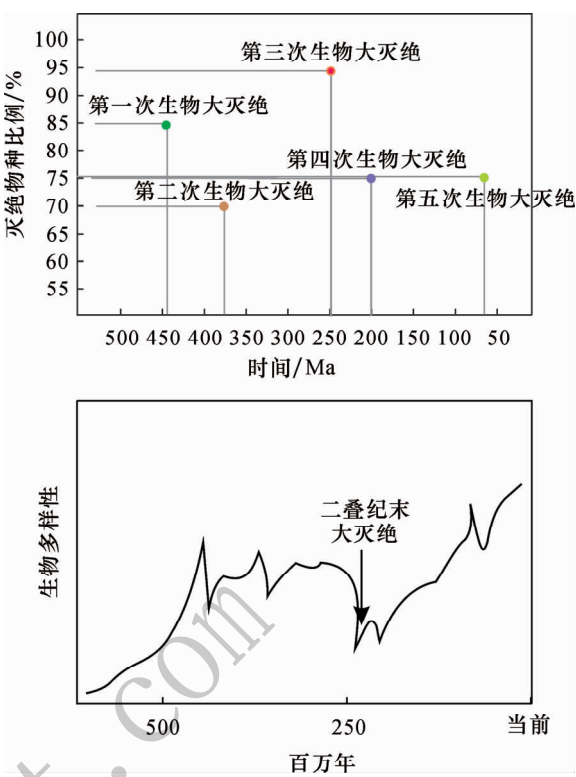


图4 生物绝灭数种比例示意图

Fig. 4 Sketch of biological species proportion during extinction

27d 层中,其底界和顶界分别以 *Hindeodus parvus* 和 *Isarcicella isarcica* 的首现为特征(张克信等,2009)(图 5),在全球范围内分布广、演化快、特征明显。该化石带分布在华南的 11 个省的 27 个地区,同时在西藏的色龙、克什米尔的 Guiyul Ravine、印度的 Spiti、伊朗的 Abadeh 和 Kuh-e-Ali Rashi、巴基斯坦的 Narmel Nala 和澳大利亚的 Gartner Kofel、意大利的 Tesero 以及美国西部和世界其他地区的一些剖面上均有发现(Jin *et al.*, 2000;谢树成等,2009)。

全球二叠系至三叠系界线即古生界(代) - 中生界(代)界线,是地球历史上三个断代界线之一。由于它的确立标志着所在国的地层研究水平,是一项科学荣誉,因此世界各国都在努力寻找,并期望把这枚代表地球历史上最大的生物灭绝事件和全球变化发生点位的“金钉子”确定在本国国土上。然而长兴灰岩煤山剖面以其无可争辩的事实被国际上确定为二叠系至三叠系界线“金钉子”。

4 结论

(1) 断代界限处的“金钉子”具有重要的地质意义,它往往记录了大灾变导致的生物灭绝事件,

三 叠 系	印 度 阶	殷 坑 组	泥质灰岩	29	<i>Isarcicella isarcica</i> 带			
			粘土	28				
			灰岩	27 d	<i>Hindeodus parvus</i> 带			
27 c								
二 叠 系	长 兴 阶		灰岩	27 b	<i>H. typiodis</i> <i>C-meishangensis</i>	<i>Hindeodus ianti-</i> <i>dentatus-Clakius</i> <i>meishanensis</i>		
				27 a				
			黑粘土	26				
			白粘土	25				
			长兴组	灰岩			24 c	<i>Clarkina changxingensis yini</i> 带
				灰岩			24 d	

图 5 煤山剖面关键层位化石带分布图(据殷鸿福等,2001)

Fig . 5 Distribution of fossil zones of key horizons on Mei Shan cross section(after Yin *et al.* ,2001)

GSSP 的选取要求露头必须连续沉积并且有一定的沉积厚度,无变质作用。关键层段具备丰富多样、保存完好的化石。

(2) 关键层位的关键化石选择必须具备一下特点:一是分布广,即关键化石的选择必须具有全球性比对的意义;二是演化快,即在很短的历史时期内,关键化石的演化速度较快且是连续的;三是特征明显,即对关键化石的区分和鉴定简便而高效。确定“金钉子”的位置必须是一个新时代的开端,往往是以一种关键化石的首现为特点的。

(3) 在对比浙江煤山、西伯利亚和我国峨眉山玄武岩的喷发年龄后,认为火山岩省的形成时代与生物灭绝事件相吻合,即二叠纪末期生物大灭绝的主要原因是全球性的火山活动。

[References]

Bowring Samuel A, Erwin Douglas H, Isozaki Yukio. 1999. The tempo of mass extinction and recovery: the end-Permian example[J]. Proceedings of the National A-cademy of Sciences USA, 96 (16) : 8827 - 8828

J Furnish W M. 1973. Permian stages names. In: Logan A and Hills L. V eds. The Permian and Triassic Systems and their mutual boundary [J]. Canadian Society of Petroleum Geologists , Memoir 2:522 - 548

Jin Y G, Wang Y, Wang W. 2000. Pattern of marine mass extinction near the Permian-Triassic boundary in south China [J]. Science, 289: 432 - 436

Lo. C H, Chung S L, Lee T Y. 2002. Age of the emeishan flood mag-

matism and relations the Permian-Triassic boundary events [J]. Earth and planetary Science Latters, 198 :449 - 458

Sandra L. Kamo, Gerald K. Czamanske , Yuri Amelin, Valeri A. Fedorenko, D. W. DAVIS, V. R. Trofimov. 2003. Rapid eruption of Siberian flood-volcanic rocks and evidence for coincidence with the Permian-Triassic boundary and mass extinction at 251 Ma [J]. Earth and Planetary Science Letters, 214 (2003) : 75 - 91

Yang Z Y, Wu S B, Yin H F, Xu G R, Zhang K X, Bi X M. 1993. Permo-Triassic event of south China [M]. Beijing: Geological Publishing House:153

[附中文参考文献]

李朋武,高锐,管桦,李秋生. 2009. 古亚亚洲洋与古特提斯洋的闭合时代——论二叠纪末生物灭绝事件的构造起因 [J]. 吉林大学学报, 2011 : 38 (3)

沈树忠, 王玥, 金玉珩. 2005. 二叠系全球界限层型和点位 (GSSP) 研究进展 [J]. 地层学杂志, 29 (2) :

殷鸿福,杨遵义,张克信,童金南,吴顺宝. 2001. 全球二叠系 - 三叠系界限层型剖面 and 点 [J]. 中国基础科学, (10) : 10 - 23

杨逢清,殷鸿福,喻建新,张素新,黄俊华,彭元桥,黄其胜,赵全民. 2005. 贵州威宁岔河陆相二叠系 - 三叠系界限地层研究 [J]. 中国科学 (D 辑), 35 (6) : 519 - 529

谢树成,殷鸿福,曹长群,王春江,赖旭龙. 2009. 二叠纪-三叠纪之交地球表层系统的多幕式变化:分子地球生物学记录 [J]. 古生物学报, 48 (3) : 487 - 496

张克信,喻建新,林启祥,经雅丽,陈斌. 2004. 浙江长兴煤山 D 剖面早三叠世孢粉组合及全球对比意义 [J]. 地球科学 - 中国地质大学学报, 29 (3) : 254 - 263

张招崇,王福生,郝艳丽, John. J. Mahoney. 2005. 峨眉山大火成岩省和西伯利亚大火成岩省地球化学特征的比较及其成因启示 [J]. 岩石矿物学杂志, 24 (1) : 13 - 18

章森桂,严惠君.2005.“国际地层表”与 GSSP[J].地层学杂志,29(2):112-115

张克信,赖旭龙,童金南,江海水.2009.全球界线层型华南浙江长兴煤山剖面牙形石序列研究进展[J].古生物学报,48(3):474-486

章森桂,张允白,严惠君.2009.“国际地层表”(2008)简介[J].地层学杂志,33(1):1-10

中国地质大学二叠系-三叠系界限工作组.2008.对“浙江长兴二叠系-三叠系界限层型剖面面临的新问题”一文的商榷[J].地层学杂志,32(2)

朱江,张招崇,侯通,康健丽.2011.贵州盘县峨眉山玄武岩系顶部凝灰岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄:对峨眉山大火成岩省与生物大灭绝关系的约束[J].岩石学报,27(9):2743-2751

The Mass Extinction Revealed by the “GSSP”: A Case Study of the “GSSP” in Changxing, Zhejiang Province

SUN Hao¹, LIANG Zhong-kai², LU Ying-chuan¹, LI Guang-qi¹

(1. Gold Geological Institute of Chinese Army Police Force, Langfang Hebei 065000;

2. School of Earth and Resources' China University of Geosciences', Beijing 100083)

Abstract: The “GSSP”, the Global boundary Stratotype Section and Point, is the unique mark for determination and recognition of the boundary between two strata around the world. It is a complete section with a lot of fossils that record much valuable geological information. In this paper, taking the cross section in Mei Shan, Changxing, Zhejiang Province as an example, we discuss the choice of key fossils in the “GSSP” and the causes of mass extinctions in Late Permian on the earth.

Key words: “GSSP”, Limestone, key fossils, mass extinction

欢迎订阅

地质与勘探

邮发代号:82-504