

岩画断代研究

——科技考古学领域中一个亟待解决的问题

郭 宏

赵 静

(北京科技大学冶金与材料史研究所, 北京 100083)

(兰州师范高等专科学校, 甘肃兰州 730070)

摘要: 探索和研究表明, 岩画断代问题仍然是困扰岩画研究的难题之一, 其主要原因是岩画本身不能够提供可供断代的直接依据。本文综述了目前岩画断代研究中经常使用的自然科学和考古学方法及其存在的问题, 提出应用 AMS- ^{14}C 是今后研究我国岩画断代问题的首选方法, 解决岩刻画的断代问题则主要有赖于微腐蚀方法。

关键词: 岩画; 断代; 岩刻画; 岩绘画; AMS- ^{14}C ; 微腐蚀

中图分类号: K879.42 K877.4 文献标识码: A

1 序 言

岩画是绘在(岩绘画 pictograph)或刻在(岩刻画 petroglyph)崖壁和石头上的图画。岩画的产生是由于晚期智人形成了一套精心设计的、以期多得食物的感应巫术。感应巫术的基本原理是:“模仿预期的结果, 就能产生这种结果”^[1]。运用这种原理, 他们在所居住的洞穴岩壁上作画, 描绘狩猎中捕获猎物的场面。有时他们也塑造动物的泥模型, 并用投矛戳断其肢体。这样做的目的显然是为了便于获得所表现的那种结果, 从而促进猎人的成功, 使生存斗争变得比较容易。现在发现的最早的岩画是法国拉斯考克斯(Lascaux)洞穴岩画和西班牙阿尔塔米拉(Altamira)洞穴岩画, 它们是人类祖先征服自然的记载, 也是人类最早的艺术瑰宝。晚期智人各种各样的才能——颜色的识别能力、对细部的悉心观察、群像描绘中运用比例的能力、写实的能力、绘画时表现动作的技巧等都在岩画中得以展示。它们有助于研究关于原始人的心里状态和社会习俗等许多问题。

岩画是一种具有世界性宽度的古文化现象。到目前为止, 亚洲、非洲、欧洲、美洲、大洋洲的 70 多个国家、150 多个地区都保存有岩画。我国不仅是世界上岩画出现最早的国家之一, 也是岩画最丰富的国家, 目前全国已有 17 个省(区)的 60 多个县发现了岩画, 主要分布区域有黑龙江的牡丹江, 内蒙古的百岔河、阴山、乌兰察布、阿拉善, 山西的吉县, 宁夏的贺兰山, 甘肃的黑山、祁连山, 青海的青海湖畔、格

尔木野牛沟, 新疆的阿尔泰山、天山、昆仑山, 西藏的阿里、藏北加林山, 四川的珙县、昭觉, 云南的沧源、耿马、麻栗坡, 贵州的盘江和清水江沿岸, 广西的左江流域, 福建的华安, 广东的珠海, 台湾的万山, 江苏连云港, 以及香港等地。

岩画可以帮助我们确定某种特定文化样式。当聚集在一起的岩画能按时代顺序明确起来时, 每一种代表一个文化序列中的不同时期, 可以通过题材的综合研究, 岩画就能揭示出人类生活的许多方面。因此, 确定岩画年代, 是研究岩画内容、艺术风格、岩画的绘画民族、社会功能等问题的基础, 岩画的科学研究必须建立在准确的年代断定之上。然而经过多年的探索和研究, 岩画断代问题仍然是困扰岩画研究的难题之一, 其主要原因是岩画本身不能够提供可供断代的直接依据, 人们试图运用自然科学和社会科学的许多方法解决岩画断代问题, 并取得了一定的成果, 但也存在着许多问题^[2]。岩画断代研究仍然是今后科技考古学领域急需解决的重点、难点课题之一。

2 国外应用自然科学方法进行岩画断代研究概况

由于岩画是刻、画在岩壁上的, 国际上还没有对岩画进行断代的理想方法。美国出版的《西南印第安人的崖壁艺术》中指出:“要对一个孤立的岩画地点进行断代, 是绝对无此能力的”。另一本书《犹他州的崖雕和图画文字》中也指出:“岩画艺术的断代,

收稿日期: 2004-03-12; 修回日期: 2004-07-01

作者简介: 郭 宏(1962—), 男, 1997年毕业于复旦大学, 博物馆学专业, 硕士, 现为北京科技大学博士生, 北京市学院路 30 号, E-mail:

guhong_4321@yahoo.com.cn

充满了困难和不确定性。考古学家有地磁法、钾氩法、热释光法等方法用于决定事物的先后顺序,但没有那一种方法可以证明对于断定岩画艺术是有效的^[3]。有的学者提出利用岩石上的苔藓进行岩画断代,但仅适用于晚期岩画^[4]。澳大利亚岩画研究专家 Bednarik R G 认为大多数对岩画的考古学研究方法都不是十分有效,统计学、人种学上的类推法、有关含义的图象学推测以及对岩画的考古断代方法均被认为不是十分科学有效的。作者更倾向于严密的直接断代方法^[5]。并于 1980 年首先提出“岩画直接断代”的概念,它是针对传统考古学断代方法而言的。即利用最可靠的科技手段对岩画的年代进行直接测定,包括对与岩画相关的岩画刻痕、裂隙、颜料以及覆盖沉积物等时代的测定^[6]。尽管在岩画(岩绘画和岩刻画)断代研究方面国内外都取得了一些进展,但由于岩画年代的准确测定对于岩画研究的重要性,这些成果还远远不能够满足岩画研究的要求。

利用自然科学方法对岩画进行断代研究,在国外已有几十年的历史,主要是通过对岩画刻痕的表层物质作物理或化学分析、阳离子比率断代法(CR)、草酸盐断代法、AMS ¹⁴C 法、微腐蚀法、FLECS-AMS 断代法。

2.1 阳离子比率法(CR)

阳离子比率断代法是通过测定易溶的 K⁺ 和 Ca²⁺ 与难溶的 Ti²⁺ 的含量,并作比较而进行岩刻画断代的方法。南非的 Dom R I 和 Whitley D S 在岩画直接断代方面首先进行了尝试,他们从岩画表面堆积物中提取分析阳离子比率进行年代测定^[7]。该方法于 1984—1988 年获得了较大发展, Bednarik R G 和 Nobbs M F 对澳大利亚的许多岩画用阳离子比率进行岩画测年断代研究,是一次规模较大的阳离子比率岩画直接断代研究^[8]。

2.2 ¹⁴C 方法

¹⁴C 方法也被用于测定岩画的年代。Grant C 最早应用¹⁴C 方法对 Santa Barbara 地区一处被毁的岩画进行断代研究,尽管其结果有误差,但他首创了¹⁴C 方法用于岩画测年研究的先河^[9]。此后, Ricksh 和 Cannon C 对 Long Lake 岩画的火山岩进行¹⁴C 测定^[10]。1987 年,南非学者 Merwe V 对岩画中的木炭颜料成功地进行了¹⁴C 测定^[11]。加拿大的 Steinbring J 对 Mud Portage 岩画上的覆盖土层中的含炭物进行了¹⁴C 测定^[12]。巴西学者对岩画颜料的¹⁴C 测定^[13],澳大利亚岩画家 Bednarik R G 对同一地点岩画覆盖层中的木炭进行了¹⁴C 的测定,与通

过分析颜料所得到的岩画年代数据差别较大^[14]。Loy T H 对澳大利亚北部 Laurie Creek 地区岩画中含有蛋白质的颜料样品进行断代研究,得出其实际年代为 20000 年^[15]。

2.3 AMS ¹⁴C 断代法

20 世纪 80 年代以来,加速器质谱¹⁴C 年代测定法(AMS ¹⁴C)被用于岩画的直接断代研究上,澳大利亚的 Loy T H 对三处地点的岩画应用 AMS ¹⁴C 方法进行了年代测定^[16]。法国的 Loblanchet M 应用 AMS ¹⁴C 方法对法国南部 Query 地区的 Cougnac 洞穴岩画颜料中的木炭进行了测定^[17];澳大利亚的 McDonald J 和 Officer K 也应用 AMS ¹⁴C 方法对木炭颜料进行了年代测定^[18];美国学者 Russ J 等人对德克萨斯州大峡谷一处岩画的颜料应用 AMS ¹⁴C 方法进行了测定^[19]。Watchman A 对澳大利亚北部一处岩画中的水合草酸钙经 AMS ¹⁴C 测定,其年代为 24600 年,是迄今所知最古老的岩画之一,文中还简要讨论了这种方法对澳大利亚考古学研究的意义^[20]。

2.4 草酸盐断代法

Russ J 等人尝试用草酸盐断代法进行岩画年代的测定研究,他们对三个草酸盐样品进行¹⁴C 测年,其年代范围为公元前 5570—公元前 2100 年,说明这种沉积的草酸盐被壳可以提供有关岩画年代顺序的信息^[21]。澳大利亚的 Watchman A L 研究了石英岩上呈层状的富含草酸钙的厚壳的性质、起源及年代,目的在于选择保护修复材料,以保留他们在旧石器时代环境研究和岩画断代研究方面的价值。对距今 8800 年至今的表层沉积壳中的草酸盐的¹⁴C 测定表明,富含草酸盐的沉积层的形成一直持续了几千年。对草酸盐层的年代测定为建立史前岩画风格发展时间序列提供了一条途径。但此法不能给出具体某一个岩画作品的年代^[22]。并于 1987 年对 Kakadu 国家公园内的许多岩画点的草酸盐覆盖层进行了分析,认为应用这种方法可以对岩画进行更为精确的断代,其原理与¹⁴C 方法相同,但应用范围比¹⁴C 法更加广泛,实际进行测定时受到的限制更少^[23-24]。

2.5 FLECS-AMS 断代法

近年,随着低温氧等离子真空技术的发展,运用了一种称为 FLECS-AMS 的方法,即用加速器质谱测定由含碳物质聚焦激光提取法所得的二氧化碳。此方法中,激光促使岩画中的含碳物质燃烧、分解,这就克服了以前所用方法中在物理和化学过程中可能引起的污染问题^[25]。也可以应用该方法测定从岩画及沉积炭层或周围环境的碳氧化物中分离出来

经污染的有机碳,提取的样品可以进行 ^{14}C 测年,在此过程中无论是碳酸钙、碳酸镁还是草酸钙都不发生分解。Texas A & B 大学的科学家们将该方法应用于砂岩岩画的断代,具体方法是使样品通过氧气,然后再将此气体在一定辐射频率下转变为氧等离子体,从而达到从砂岩中分离碳的目的。如果样品中含有有机物,反应就会产生水和二氧化碳,然后可用 AMS 法对二氧化碳进行年代测定^[26]。Steinbring J 等人对德克萨斯 Lower Pecos 地区的 4 个岩画样品用 FLECS - AMS 测定的年代数据与考古学研究结果基本相同;同时对 4 个取自犹他州的样品也进行了测定,并对其结果分别讨论;对 6 个已知含有碳的样品进行了测定,所有结果表明此项技术有望提供准确而可靠的年代数据^[27]。Russ J 等人开发的氧等离子体方法可以用于石灰石墙体的壁画上,由于有选择地提取颜料中含碳有机物质,而排除了石灰岩底层的污染,表明这种方法用于颜料中含有有机物的岩画的断代是可行的,由于碳是岩画颜料中常见的成分,所以这种技术可被推广到世界各地^[28-29]。Hyman M 等人的研究结果证明此项技术在铁、锰颜料画上的应用与木炭画上的应用具有同样好的效果。同时对大量岩画进行断代测试所得出的年代与考古资料记载的大体一致,也支持了 FLECS - AMS 断代方法的可靠性^[30]。

2.6 微腐蚀断代法

微腐蚀断代法主要用于岩刻画画的直接断代研究,它要求在大范围内进行不同的地质和气候条件的测量以提供足够的标准数据。如果成功,将意味着产生一种切实可行的可广泛应用的岩刻画画断代方法,并能解决岩画研究中的大部分棘手问题。微腐蚀断代法于 1966 年由波兰学者 Cernohouz J 和 Solc I 首先提出,即通过对刻画在耐磨性和耐腐蚀性较好、质地比较坚硬的岩石,如花岗岩、闪长岩、斜纹岩等岩石上岩刻画制作痕迹风蚀程度的测定与分析,对岩刻画进行断代^[31]。20 世纪 90 年代初,澳大利亚学者 Bednarik R G 在理论上进一步进行完善^[32]。并在西伯利亚的 Lake Onega 地区和瑞典等地区的岩画断代研究中获得初步成功^[33]。

2.7 其它方法

此外,岩画研究学者还尝试用其它方法进行断代研究。例如法国学者 Combier J 对 22000 年前的 Tete - du - Lion 遗址中的木炭和附近一处洞穴岩画野牛身上的木炭画痕进行了化学分析,认为它们是一致的^[34]。Denniger J 对岩画颜料中有机粘合剂中的蛋白质氨基酸的分析,进行岩画的断代,但分析结

果受到许多人的质疑^[35]。

2.8 小结

自 20 世纪 80 年代以来,学者们应用各种方法对岩画进行断代研究,例如对岩刻画的岩石表面刻痕或刻痕中的淀积物、岩石表面的沉积物,岩绘画的颜料分析及颜料中的粘合剂中的 ^{14}C 含量分析等等, Bednarik R G 全面回顾了早期有关岩画科学断代的所有重要发展状况,并且预言岩画直接断代法必将取代传统的岩画断代方法^[36]。但 ^{14}C 方法、AMS - ^{14}C 方法、FLECS - AMS 断代法、草酸盐断代法等都是通过测量样品中的 ^{14}C 含量而进行断代的,从本质上属同类技术,应用这类方法进行岩画断代仅适合于岩绘画的场合,对于岩刻画而言不是真正意义上的直接断代。对于岩刻画的断代近年使用较多的是阳离子比率法和微腐蚀断代法,但阳离子比率法还存在不少技术问题,发展缓慢,尚处于实验阶段。微腐蚀断代法的测定结果受许多环境因素的影响。

3 我国岩画断代研究现状

3.1 传统断代方法

目前我国各地岩画的断代绝大多数是依赖于传统方法。即通过历史文献记载和考古资料来推断岩画的制作年代;通过岩画上的文字题刻、保存状况和同一石面上图像的相互关系来推断岩画的年代;通过岩画内容、动物种属的鉴定和通过凿刻工具的分析来推断岩画的年代等。我国学者汪宁生对沧源岩画进行断代时指出:“从考古材料、文献记载、与周围地区岩画的关系”三个方面进行比较研究^[37];盖山林在总结前人断代经验的基础上,结合自己对岩画断代的实际体会,提出了岩画断代方法十条原则:①根据文献记载;②观察岩画的保存状况、风化程度;③研究刻痕和石垢颜色变化状况;④制作技法;⑤岩画的绘画风格;⑥岩画题材;⑦岩画的叠压关系;⑧比较研究;⑨岩画画面题字;⑩对画中动物种属的鉴定^[38]。

应用考古综合比较法进行岩画断代研究,辅助以自然科学技术断代方法,因此对各地点岩画的年代争论很大。例如对左江岩画年代的断代研究,自岩画发现后,就引起了学术界的极大兴趣,岩画本身没有文字,文献记载仅见于晚期的志书,因此只能从绘画技法、岩画所反映的事物、结合考古学、历史学、民族学、民俗学等资料,作比较分析研究。1956 年中央民族大学杨成志考察了左江岩画后,认为大约有 1000 ~ 2000 年的历史;同年,陈汉流提出岩画是太平天国时期的作品;1957 年,梁任葆认为岩画是

属于中古甚至是上古的作品,而不是近古的;黄增庆则认为岩画是唐代的作品;1961年,陈汉流再次发表文章,改变了过去的观点,认为岩画是一种语言符号,为唐代所作;1962年,周宗贤、李干芬撰文认为岩画是奴隶制社会壮族镇水鬼的符号;1978年,石钟健撰文认为岩画的年代在西汉或汉武帝以前、战国以后,为壮族先民——骆越人所作;广民认为岩画的绘制年代在战国或更早一些,是壮族先民们“拜水神”时的祭祀图;1980年,《壮族简史》一书中认为岩画绘制年代在2000年前的秦汉到700年前的元代期间陆续完成。王克荣、邱钟仑、陈远璋依据岩画面中的铜鼓、刀剑、线条等特征,将岩画分为3期,并将这些特征与广西考古发掘出土的文物进行比较,推断1期岩画年代为战国至西汉晚期;2期岩画的上限为西汉晚期以前,即西汉中期,可延续到西汉晚期或东汉早期;3期岩画的上限在西汉晚期,下限为东汉^[39]。覃圣敏通过对岩画上典型器物的比较研究,并综合各种研究成果,尤其是结合¹⁴C实验数据,确定宁明花山岩画绘制于距今2400~1600年之间,此时正值中原地区的战国、秦汉时期^[40]。

3.2 自然科学断代方法

我国应用自然科学方法对岩画进行断代研究主要以¹⁴C法、微腐蚀法、孢粉化石分析法。而且使用范围极其狭小。

3.2.1 ¹⁴C方法 在岩画断代方面,我国应用¹⁴C法进行岩画断代研究仅有一例,即应用¹⁴C法对广西左江花山岩画的年代测定。北京大学考古系¹⁴C实验室对压在岩画下面的钟乳石以及在岩画上面的钟乳石分别进行取样分析,压在岩画下面的钟乳石外层样品年代为距今4200年;在岩画上面的钟乳石内层样品年代为距今1680年^[41-42]。

3.2.2 微腐蚀方法 在岩刻画方面,我国学者应用微腐蚀断代法进行断代研究取得了进展,1997年,我国岩画研究专家汤惠生与R. G. Bednarik进行合作研究,应用微腐蚀断代法对青海地区的6个地点的岩刻画进行了断代研究。其中选择了3个已知年代的岩画地点((1)水峡佛教摩崖石刻,闪长岩,距今约260年;(2)玉树文成公主礼佛图,花岗岩,距今约1200年;(3)海西州唐代石狮子,花岗岩,距今约1300年)。根据3个已知年代的岩画年代测定数据作出标准曲线。然后根据标准曲线比较未知年代的岩画测定数据,进而计算出岩画的年代,分别测定了三个未知年代岩画数据,它们是:卢山岩画(闪长岩,距今约2000年)、天棚岩画(花岗岩,距今约2300年)、野牛沟岩画(花岗岩,距今约3200年)^[43]。

3.2.3 其它方法 应用孢粉化石分析法研究云南岩画的制作年代,但除了确定出云南沧源岩画的制作年代约在3000多年以前外,云南其他岩画的制作年代均未能确定,于是更多的只能通过岩画所反映的图象和文化特征,与该地区某些古文化的相似之处,而进行推测^[44]。

4 岩画断代研究有发展前途的主要方法

如前所述,利用自然科学方法进行岩画年代研究在西方学界已有几十年的历史,岩画的直接断代已基本取得成功。我国应用自然科学方法断代较为成功的事例是对广西花山岩画的年代测定,但仍不属于岩画的直接断代,只能确定岩画制作的年代范围。其主要原因在于常规¹⁴C测年时所需样品量较多(1-5g),而岩画比较集中的广西、云南地区,岩画一般都是绘在麻涩不平的石灰岩上,岩画颜料层很薄,无法进行常规¹⁴C取样分析。

4.1 AMS-¹⁴C方法

20世纪70年代末期,随着加速器质谱计(AMS-¹⁴C)的发展,由于它具有①需要的样品少(一般AMS¹⁴C测年只需1-5mg样品,最小只需20-50μg),②灵敏度高(测量同位素比值的灵敏度可达10⁻¹⁵-10⁻¹⁶)③测量时间短,能够提供高分辨的时间标尺,而开始被考古学家所重视^[45]。在“夏商周断代工程”中,比较理想的测年系列样品是殷墟甲骨,其中许多甲骨上刻有帝王年号,但这类样品极其珍贵,而且样品量很少,只有利用AMS-¹⁴C方法进行年代测定,发挥了极其重要的作用^[46]。

今后,岩画家应和AMS-¹⁴C测年断代专家密切合作,以期解决我国岩画的直接断代问题。尤其是近年出现的Flecs-AMS方法,由于使用了特殊的用于AMS-¹⁴C分析的样品提纯手段,克服了以前所用方法中在物理和化学过程中可能引起的污染问题。可以从岩石及沉积炭层或周围环境的碳氧化物分离出未经污染的有机碳,在此过程中无论是碳酸钙、碳酸镁还是草酸钙都不发生降解。不仅可以用于岩画的直接断代,而且也可用于岩刻画的断代。因此FLECS-AMS方法是我国岩画断代研究领域应重点发展的方向。

4.2 微腐蚀方法

运用微腐蚀方法对青海地区岩刻画的断代结果与运用其他方法获得断代数据基本吻合,使微腐蚀断代方法进行岩刻画断代研究的可行性进一步得到验证,该方法测定的是岩画的绝对年代,是目前唯一可行的岩刻画直接断代方法。但其测定数据受岩画

保存环境中许多因素的影响,诸如温湿度的变化幅度、风沙的强弱、岩刻画是否被某些沉积物所覆盖过等。尤其是风沙的影响,随着近代环境的恶化,占我国岩画总数80%以上的岩刻画中的绝大多数都处于北方风沙肆虐地区,近百年由于风沙的磨蚀作用,对岩画所产生的微腐蚀程度可能超过千年,因此利用微腐蚀方法进行岩刻画断代研究时,不同的气候区应建立各自的微腐蚀断代标准。

5 结束语

如前所述,我国不仅是世界上岩画出现最早的国家之一,也是岩画最丰富的国家。岩画断代需要找出一种既经济又简便的方法,这种方法必须适合于实际的数据统计处理,必须是可靠的、而且是直接对岩画而不是对与其有关的其它物质进行断代,即直接断代。但我国目前岩画断代主要使用应用考古综合比较法,应用自然科学方法进行岩画断代仅有三例。岩画的科学研究必须建立在准确的年代断定上,应用自然科学方法对岩画进行直接断代是岩画研究的基础,也是我国科技考古领域今后应重点解决和发展一个全新领域。因此,岩画断代的研究必须予以重视,今后岩画学家和AMS—¹⁴C测年断代专家必须密切合作,相互补充,共同努力,以期早日攻克这一长期困扰岩画研究的技术难题。

致谢:本文在写作过程中得到韩汝玢教授的悉心指导,文章完成后韩汝玢教授又提出了许多修改意见;黄晓娟同学帮助作者翻译、整理了许多英文资料;在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] Edward Mcnall Bums & Philip Lee Ralph. 罗经国等译. 世界文明史[M]. 第1卷. 北京:商务印书馆, 1990. 16.
Edward Mcnall Bums & Philip Lee Ralph. LUO Jing-guo, et al translated. World civilizations[M]. Vol. 1. New York: W·W·Norton & Company INC, 1974. 16.
- [2] 卫忠. 中国北方岩画断代方法的再认识[A]. 2000年宁夏国际岩画研讨会文集[C]. 银川:宁夏人民出版社, 2001. 387-397.
WEI Zhong. Re-understanding about the method of the age determination of rock painting in north China[A]. Paper Presented at Ning Xia International Seminar About Rock Painting[C]. 2000. Yinchuan: Ning Xia People's Publishing House, 2001. 387-389.
- [3] 盖山林. 中国岩画学[M]. 北京:书目文献出版社, 1995. 217.
GAI Shan-lin. Rock painting of China[M]. Beijing: Documentary Publishing House. 1995. 217.
- [4] Turner G G. Petroglyphs of the Glen Canyon region[J]. Mus Northern Arizona Bul. 1963. 6(3):38.
- [5] Bednarik R G. On the scientific study of palaeoart[J]. Semiotica. 1994. 100(2/4): 141-168.
- [6] Bednarik R G. The potential of rock patination analysis in Australian ar-

chaeological - part 2[J]. The Artefact, 1980 (5): 42-57.

- [7] Dom R I, Whitley D S. Chronometric and relative ago determination of petroglyphs in the western United States[J]. Ann Assoc Am Geograph. 1984. 42: 308-322.
- [8] Nobbs M F, Dom R I. Age determinations for rock varnish formation within petroglyphs. cation - ratio dating of 24 motifs from the Olay region South Australia[J]. Rock Art Research, 1998, (5): 108-146.
- [9] Grant C. The rock paintings of the chumash[M]. Berkeley: University of California Press. 1965.
- [10] Ricks M F, Cannon W J. The lake county, oregon, rock art inventory. a data base for rock art research, paper presented at the 1985 ARARA symposium[R]. Santa Barbara. 1985.
- [11] Van der Merwe N J, Seely J R Yates. First accelerator carbon - 14 date for pigment from a rock painting[J]. South African J Sci, 1987, 83. 56-57.
- [12] Steinbring J, et al. Middle Archaic petroglyphs in north America[J]. Rock Art Res. 1987, (4): 3-16. 150-161.
- [13] Guidon N, Delibrias G. Inventaire des sites sud-americains anterieurs a 12000 ans[J]. L' Anthropologie (Paris), 1985. 89: 385-407.
- [14] Bednarik R G. On the Pleistocene settlement of South America[J]. Antiquity, 1989, 11-16.
- [15] Loy T H. Direct dating of rock art at Laurie Creek (NT), Australia; a reply to Nelson[J]. Antiquity, 1994, 68(258): 147-148.
- [16] Loy T H, Jones R, Nelson D E, et al. Accelerator radiocarbon dating of human blood proteins in pigments from Late Pleistocene art sites in Australia[J]. Antiquity, 1990. 64: 110-116.
- [17] Loblancher M, Labeau M, Vernet J L, et al. Palaeolithic pigments in the Quarry[J]. France Rock Art Res. 1990, (7): 4-20.
- [18] Mc-Donald J, Officer K, Jull T. Investigating C-14 AMS. dating prehistoric rock art in the Sydney Basin[J]. Australia Rock Art Res. 1990, (7): 83-92.
- [19] Russ J, Hyman M, Shafer H J. Radio-carbon dating of prehistoric rock paintings by selective oxidation of organic carbon[J]. Nature. 1990. 348(6303): 710-711.
- [20] Watchman A. Evidence of a 25,000-year-old pictograph in northern Australia[J]. Geoarchaeology, 1993. 8: 465-473.
- [21] Russ J, Palma R L, et al. Analysis of the rock accretions in the Lower Pecos region of southwest Texas[J]. Geoarchaeology, 1995. 10(1): 43-63.
- [22] Watchman A L. Age and composition of oxalate-rich crusts in the Northern Territory, Australia[J]. Stud Conserv. 1991. 36(1): 24-32.
- [23] Watchman A. Preliminary determinations of the age and composition of mineral salts on rock art surfaces in the Kakadu National Park[A]. In: Ambrose W R, Mummery J M J. Archaeometry, further Australasian studies[M]. Canberra: Australian National University, 1987. 36-42.
- [24] Bednarik R G. Finger lines, their medium and their dating[Z]. Unpubl MS. Archive of the Australian Rock Art Research Association. Melbourne. 1981.
- [25] Watchman A L. The use of laser technology in rock art dating[J]. Artefact. 1993. 16: 39-45.
- [26] Harrington, Spencer P M. Newsbriefs: dating rock art[J]. Archaeology, 1990. 43(3): 24.
- [27] Steinbring J, Watchman A, Faulstich P, et al. AMS-¹⁴C dating of rock paintings. Time and space: dating and spatial consideration in rock art

- research[M]. Caulfield South; Australian Rock Art Research Association, 1993. 67-73.
- [28] Russ J, Hyman M, Shafer H J, *et al.* ^{14}C dating of ancient rock art - a new application of plasma chemistry[J]. *Plasma Chem Plasma Process*, 1991, **11**(4): 515-527.
- [29] Russ Jon, Hyman Marian, Shafer Hany J, *et al.* Radiocarbon dating of prehistoric rock paintings by selective oxidation of organic carbon[J]. *Nature*, 1990, **348**(6303): 710-711.
- [30] Hyman Marian, Rowe Marvin W. Plasma extraction and AMS- ^{14}C dating of rock paintings[J]. *Technique la Science au Service de l' Histoire de l' Art et Descivilizations*, 1997, (5): 61-70.
- [31] Cemohou J, Solc I. Use of sandstone wanes and weathered basaltic crust in absolute chronology[J]. *Nature*, 1966 **212**: 806-807.
- [32] Bednarik R G. A new method to date petroglyphs *Archaeometry*, 1992, **34**(2): 279-291.
- [33] Bednarik R G. Geoarchaeological dating of petroglyphs at Lake Onega Russia[J]. *Geoarchaeology*, 1993, **8**(6): 443-463.
- [34] Combier J. Grotte de la Tete - du - Lion. *L' Art des cavernes*[M]. Paris; Ministere de la Culture. 1984. 595-599.
- [35] Grooms B. Pigment analysis of the Rick River pictograph site[R]. Manitoba, paper presented at 23 rd Annual Meeting of the Canadian Archaeological Association. Whitehorse. 1990.
- [36] Bednarik R G. Developments in rock art dating[J]. *Acta archaeologica*, 1992, **63**: 141-155.
- [37] 汪宁生. 云南沧源崖画的发现与研究[M]. 北京: 文物出版社 1985. WANG Ning - sheng. Discovery and research of Chang Yuan rock painting in Yunnan[M]. Beijing: Relic Publishing House 1985.
- [38] 盖山林. 阴山岩画[M]. 北京: 文物出版社, 1986. GAI Shan - lin. Rock painting of Yin Mountain[M]. Beijing: Relic Publishing House, 1986.
- [39] 王克荣 邱钟仑, 陈远璋. 广西左江岩画[M]. 北京: 文物出版社. 1988. 8-9. WANG Ke - rong QIU Zhong - lun, CHEN Yuan - zhang. Rock paintings of Zuo Jiang, Guangxi[M]. Beijing: Relic Publishing House 1988. 8-9.
- [40] 覃圣敏. 广西左江流域崖壁画考察与研究[M]. 南宁: 广西民族出版社, 1987. 127-145. QIN Sheng - min. The study of rock paintings found in Zuo River in Guangxi[M]. Nanning: Guangxi Nationality publishing House 1987. 127-145.
- [41] 陈铁梅, 等. 宁明花山岩画碳十四年代测定[J]. *广西文物*, 1986, (2): 69-72. CHEN Tie - mei *et al.* ^{14}C dating of rock paintings of Ning Ming Hua Mountain[J]. *Guangxi Relics*, 1986, (2): 69-72.
- [42] 原思训, 等. 广西宁明花山崖壁画 ^{14}C 年代研究[J]. *广西民族研究*, 1986(4): 27-33. YUAN Si - xun *et al.* Research of ^{14}C dating of rock paintings of Ning Ming Hua Mountain, Guangxi[J]. *Guangxi Nat Res*, 1986, (4): 27-33.
- [43] 汤惠生, 张文华. 清海岩画[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 182-189. TANG Hui - sheng, ZHANG Wen - hua. Rock painting in Qinghai [M]. Beijing: Science Press, 2001. 182-189.
- [44] 邓启耀. 云南岩画的人文地理分布[A]. 2000年宁夏国际岩画研讨会论文集[C]. 银川: 宁夏人民出版社, 2001. 309-342. DENG Qi - yao. Cultural and geographic distribution of rock painting in Yunnan[A]. Paper presented at Ning Xia International Seminar about Rock Painting, 2000[C]. Yichuan: Ningxia People's Publishing House 2001. 309-342.
- [45] 李 坤, 原思训. 用加速器质谱计碳-14测年[A]. 见: 考古文物与现代科技[M]. 北京: 人民出版社, 2001. 39-44. LI Kun, YUAN Si - xun. AMS- ^{14}C dating of rock paintings[A]. In: *Archaeological Relics and Modern Science and Technology*[M]. Beijing: People's Publishing House, 2001. 39-44.
- [46] 仇士华, 蔡莲珍. ^{14}C 断代技术的新进展与夏商周断代工程[J]. *考古*, 1997, (7): 1-4. QIU Shi - hua CAI Lian - zhen. New development of ^{14}C dating and Xia Shang Zhou Dating Project[J]. *Archaeology*, 1997 (7): 1-4.

Dating of rock paintings

—A problem needs to be solved urgently in the field of archaeometry

GUO Hong

ZHAO Jing

(*Institute of Historical Metallurgy & Materials, USIB, Beijing 100083, China*)

(*Lanzhou College, Lanzhou 730070 China*)

Abstract: China is one of the few countries where rock paintings emerged earliest in the world and it also boasts the richest rock paintings in the world. So far at present, rock paintings have been found in more than 60 counties located in 17 provinces throughout the country. The dating as a preliminary study of rock paintings can lay a solid foundation for further study of their content and style, and some other problems such as who painted them and what social functions they might play. However, the dating of rock paintings has been one of the toughest issues which perplexed researchers for decades, for rock paintings hardly offer any substantial evidences for dating. The author has made a comprehensive study of the current methods including natural science and archaeology used to date rock paintings and the extant problems and proposed that AMS- ^{14}C should be the top choice in rock painting dating in the future and microerosion should be the best solution to the dating of rock paintings.

Key words: Rock painting, Dating, Engraved rock painting, Painted rock painting, AMS- ^{14}C , Microerosion