中 国 科 学
1988 年 3 月　　B 辑　　第 3 期

云南晋宁梅树村前寒武系—寒武系界线剖面的磁性地层学研究

刘 椿　　梁其中
（中国科学院地质研究所，北京）　（云南地质科学研究所，昆明）
李燕平
（美国 Stanford 大学，加里福尼亚州）

摘　要

本文在晋宁梅树村的前寒武系—寒武系剖面上，较系统地在 53 个采点上采集了 112 块岩心标本（249 块样品）. 磁性地层学研究指出该剖面中一些极性混合带与小壳动物化石群的出现与衰亡的时空位置吻合，反映了地磁场倒转与小壳动物化石群演化的相关性. 古纬度信息表明中谊村段主要磷矿层位正是低纬度带控制的古地理环境，文章为晚前寒武纪—寒武纪磁性地层序列研究提供了实际资料.

众所周知，云南晋宁梅树村是驰名中外的上震旦统—下寒武统剖面地点，也是地质学研究程度高的地区[1-6]，加之该地区交通相当便利，所以，把它作为国际上一个理想的前寒武系—寒武系层型剖面地点具有十分重要的地质意义[3,4,7].

近年来，这个地区上震旦统—下寒武统剖面作了一些古地磁学工作，然而在剖面上还未曾密集系统地采样作详细的磁性地层学研究[1,2]，本文是在前人工作基础上进行的一次较为深入细致的研究，目的在于阐明梅树村一带在距今大约 600Ma 年前后的地球磁场特征，为建立国际前寒武系—寒武系界线层型剖面的磁性地层序列提供必要的学科资料.

一、地质背景与标本采集

梅树村剖面在晋宁县境内，位于昆明市南西约 75km 处的滇池湖畔，大地构造单元位置属于扬子地块的西南缘，上震旦统—下寒武统十分发育，它们由老到新依次是东龙潭组、渔户村组和筇竹寺组，产状平缓，走向近东西，倾向 144°—244°，倾角 15°—17°. 渔户村组产多门类动物化石，始于小歪头山段，大量繁衍于中谊村段、大海段，衰亡于八道湾段之上；自玉案山段起，又出现了另一些门类的化石种属[5]. 它们为探寻当时生物演化与地磁场倒转之间的联系，以及建立前寒武系—寒武系界线附近的磁性地层序列等课题研究提供了良好的天然条件（图 1）[1,2]. 现将剖面上各组、段岩性自上而下叙述于后：

本文 1986 年 1 月 22 日收到，1987 年 4 月 7 日收到修改稿.

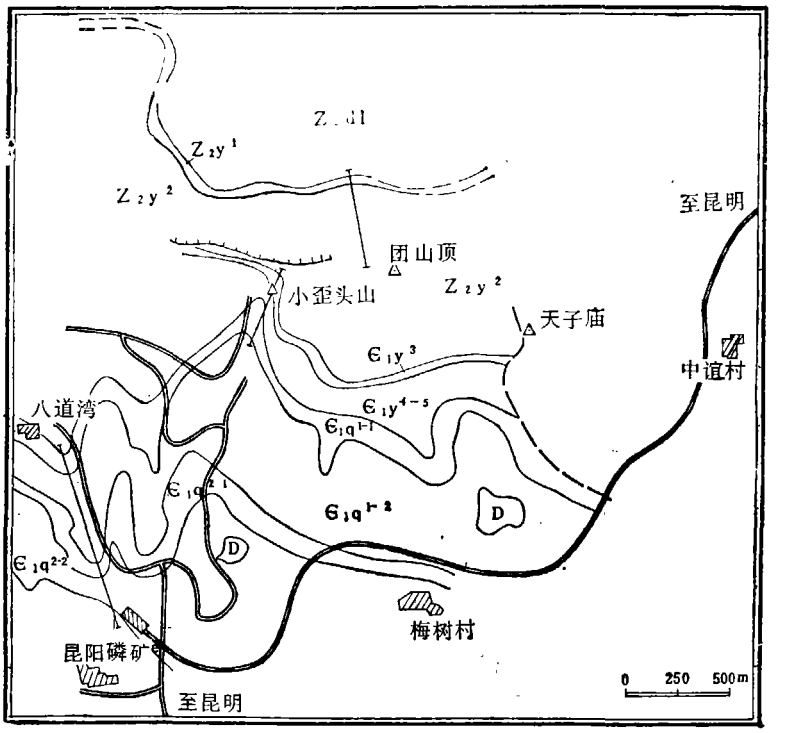

图 1　云南晋宁梅树村地区地质略图
（据罗惠麟等，1984）

下寒武统筇竹寺组

2.玉案山段　底部为 0.2m 厚的灰黑色含砂质角砾状生物碎屑磷块岩，下部为黑色页岩，中、上部为黄绿色页岩夹薄层砂岩．产三叶虫、介形类等化石．　72.4 m

1.八道湾段　底部为薄层海绿石质磷块岩及黑色粘土质页岩，下部为黑色粉砂岩，中、上部为灰色粉砂岩夹粉砂质白云岩．产梅树村动物群第 III 组合带化石．　54m

下寒武统—上震旦统渔户村组

5.大海段　灰白色白云岩夹硅质条带．产梅树村动物群第 II 组合带化石．　1.1m

4.中谊村段　灰色磷块岩，中夹灰白色含磷含海绿石砂质、粘土质页岩．顶部第 7 层产第 II 组合带化石．　11.6m

3.小歪头山段　砂、泥质白云岩夹燧石条带．产梅树村动物群第 I 组合带化石．　8.2m

2.白岩哨段　灰白色白云岩夹硅质岩．　165.2m

1.归城段　灰紫、灰绿色泥质白云岩及灰黑色粉砂岩．　未到底

上述地层的各个组段均为整合接触关系．

为充分取得梅树村剖面的震旦系上统—寒武系下统界线附近磁性地层特征的信息，沿小歪头山坡及八道湾沟对各组、段系统地采集定向样品，通常在岩段的垂向采样间距是以 5—10m 处取一采点，在界线参考点 *A* 点至 *B* 点的上、下及其中间地带(亦即白岩哨段至大海段之间)有重点地加密采样，是取垂向间距 0.2—2m，一般均以 0.5m 定一采点．并且，在剖面的同一层面上沿走向 2—3m 远来布点采样以求得较好的平均值．采样时系采用手提式取样钻薄

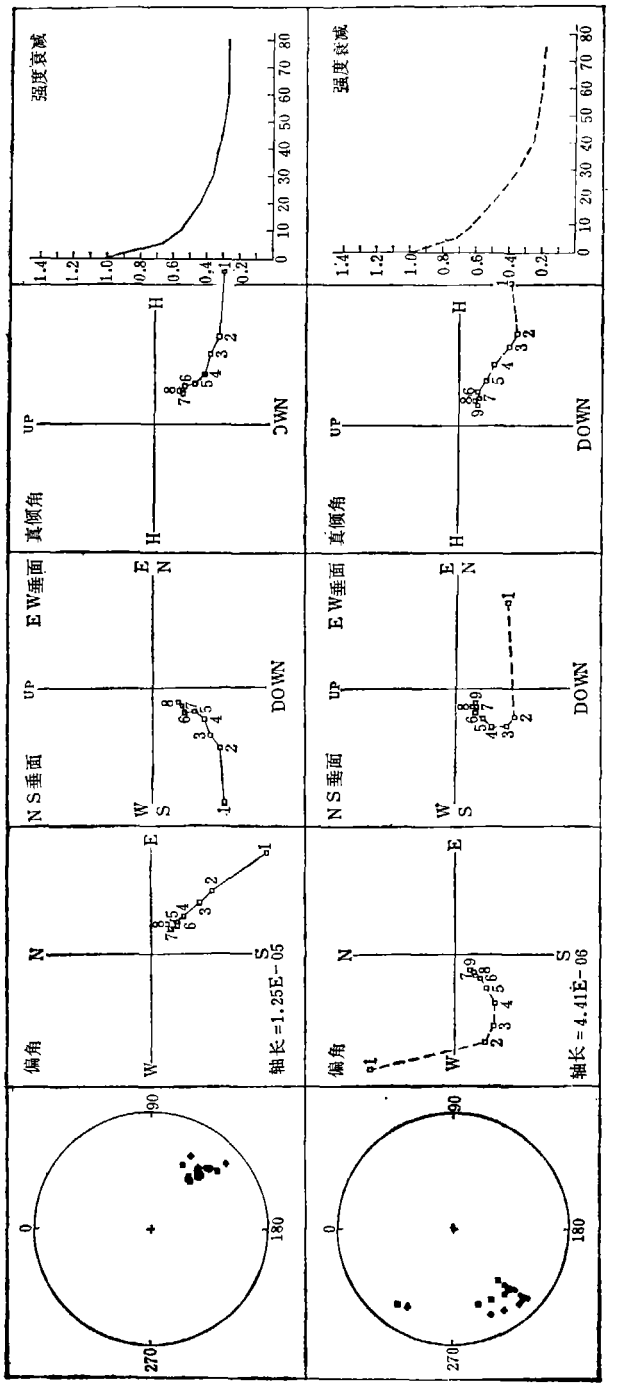

图 2 岩石的交变磁场退磁曲线
(上图为样品 14-1，下图为样品 94-1)

壁金刚石钻头取岩芯，用太阳罗盘按常规方法严格定向．据此，我们在不同地层组段中，依照剖面垂向上的岩性、地形或产状的变化，在 53 个采点上共采得定向岩芯 112 块标本，加工成 249 块直径和高均为 25.4mm 的圆柱体样品．

二、实验室测量与退磁技术

本文涉及的全部古地磁样品测量是利用美国 Stanford 大学超导磁力仪和 Schonsted 公司 TSD-1 型热退磁仪、GSD-5 型交变磁场退磁仪来完成的，仅在我国内实验室里使用英制小旋转磁力仪作了部分复测和退磁实验．超导磁力仪的灵敏度是 3.5×10^{-1}Wb/m^2，完全满足测量样品剩磁所必须的仪器水平要求．

由于研究的岩石标本是前寒武纪—寒武纪时期形成的，它们会在获得了原生剩磁之后遭到后来的地质作用以及地磁场矢量的叠加，有可能接纳了不同的次生剩余磁性如粘滞剩磁等组份．因此，有必要对全部样品进行磁性清洗，以便提纯其中稳定的原生剩余磁性．我们对样品作了热退磁，并且至少在每个岩芯标本中取出一个样品作了交变磁场退磁，从总的退磁过程来看，交变磁场退磁实验也适合于这些样品，退磁场从 5mT 开始，在低退磁场范围（25mT—35mT 以下）以 5mT 为增量，在高退磁场范围内则取 10mT 为其增量，由于样品中次生剩余磁性都是属于较低矫顽磁力类型的矿物，所以使用 75mT 的最高退磁场便可清除掉次生剩磁组份，绝大多数样品在退磁场峰值达 30mT 时显示出“硬的”剩磁分量（图 2），然而样品在热退磁时，几乎它们在加热到 150℃ 之前，强度都已衰减到总强度的 30%，这可能意味着其中含有一定量的钛铁矿．样品的交变磁场退磁与剩磁测量实验均是在特制的磁屏蔽圆筒中进行的，这样可以防止粘滞剩磁的渗入，特别是在高退磁场情况下．在交变磁场退磁过程中，每次都将样品轴向交换 180°，使之达到完整地退磁．与一般进行热退磁实验不同的做法是：我们对每一步热退磁的样品都要再经过 5mT 的交变磁场峰值的清洗，以除弃从加热炉到屏蔽筒之间可

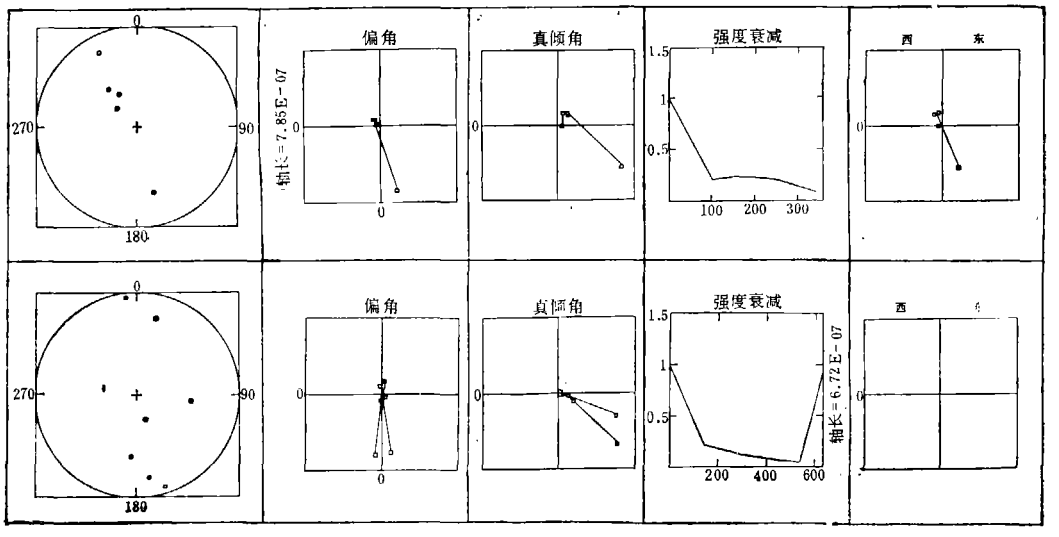

图 3　岩石的热退磁曲线

（上图为样品 42-19c，下图为样品 36-26c）

能加入的粘滞剩磁，并且在加热炉腔内，注意到不同温度间隔加热时要有意识地递换样品在石英舟上的摆放位置，以减小会因固定位置而可能带来测量中的系统误差.

如此进行实验，大多数样品经交变磁场或加热退磁之后，均显示出一个稳定剩余磁性的方向(图 2, 3)，采用线性拟合方法，选取交变磁场为 35 或 58mT 或热退磁温度段为 200℃ 或 300℃ 之后的剩余磁性方向为最终方向. 对其中 5% 数量的样品，由于它们在退磁以后仍未能给出稳定的剩余磁性方向或远离所在层面的平均方向，所以这些样品结果我们未统计在内.

现将各个地层组段所测定的古地磁平均结果列表 1.

表 1 云南晋宁梅树前寒武系—寒武系界线剖面的古地磁结果

统	阶	组	段	采点数	磁化方向		精度参量		古磁极位置		岩段古纬度	备注
					I	D	K	d_{95}	纬度	经度	$\varnothing_{古}$	
下寒武统	筇竹寺阶	筇竹寺组	玉案山	5	61.8	41.4	24.8	15.65	—	—	—	改正前
					74.6	74.3	33.45	13.42	28.7N	134.4E	60.2N	改正后
	梅树村阶		八道湾	7	18.0	215.0	6.687	25.2	—	—	—	改正前
					5.3	218.1	6.039	26.77	44.1S	43.2E	2.6N	改正后
		渔户村组	大海	4	−8.8	245.0	—	—	—	—	—	改正前
					−24.3	239.9	—	—	32.4S	12.7E	12.72N 或 S	改正后
			中谊村	3	16.1	20.9	35.69	20.95	—	—	—	改正前
					20.5	34.2	5.69	20.95	54.7N	209.4E	10.6N	改正后
				5	12.3	184.2	15.52	20.04	—	—	..	改正前
					−5.0	183.9	15.52	20.04	67.8S	92.0E	2.5N 或 S	改正后
			小歪头山	4	−21.3	157.1	7.755	35.27	—	—	—	改正前
					−32.9	156.3	7.803	35.14	67.0S	179.3E	17.9N 或 S	改正后
上震旦统	灯影峡阶		白岩哨	12	36.1	148.4	10.74	13.88	—	—	—	改正前
					25.3	151.3	10.76	13.87	43.0S	147.7E	13.3N	改正后
				6	−14.5	165.3	16.76	16.85	—	—	—	改正前
					−25.6	165.4	18.02	16.23	72.2S	155.4E	13.5S 或 N	改正后

可以看出，由于所在岩层层面的产状比较平缓，而且整体的变化不大，经过构造改正前、后的方向略有差别，但是，从改正前的方向远离现代地磁场方向以及能分离出稳定的剩磁分量等证据分析，我们所得到的剩余磁性矢量应是原生的剩余磁性组份，它们的方向基本上反映了前寒武纪—寒武纪时期的地磁场方向.

三、讨 论

古地磁学测定的数据表明，云南晋宁一带在晚震旦世至早寒武世的渔户村组沉积时期都是处于低纬度地带，它们的古纬度均未超过南、北 18° 纬度线. 在这样低的古纬度地带，再加

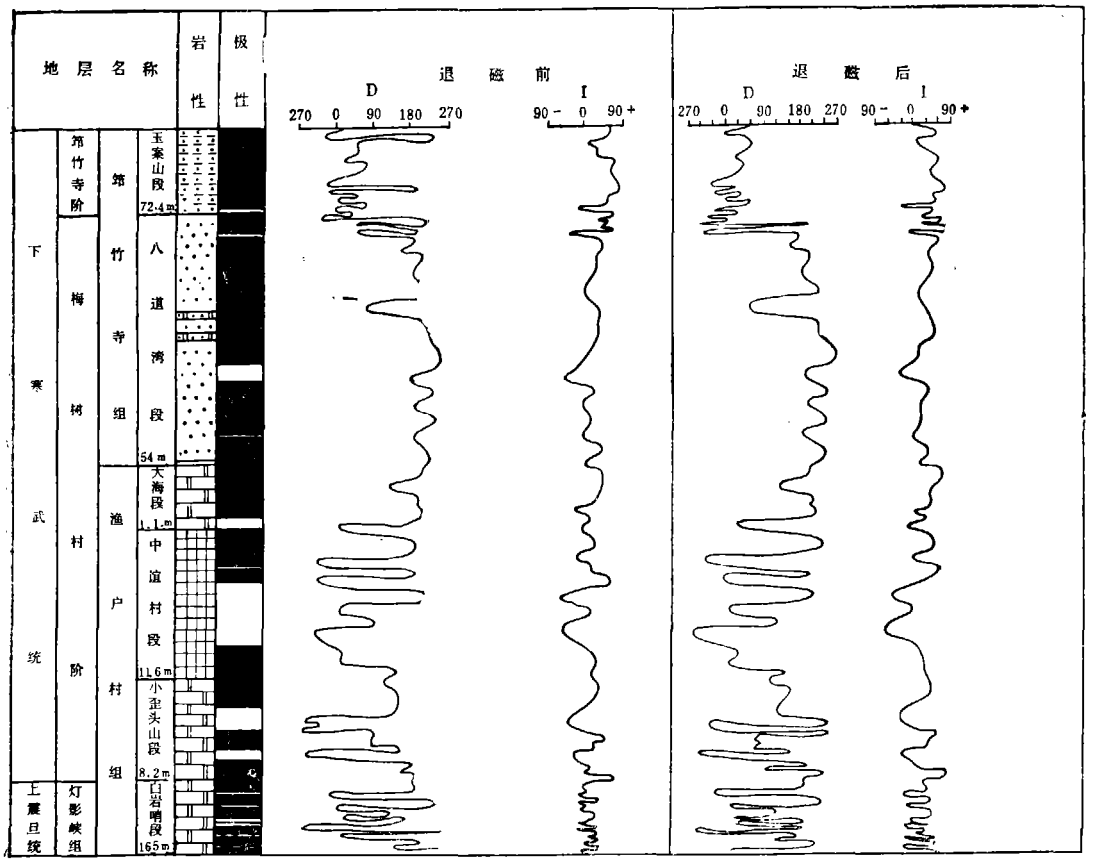

图 4　云南晋宁梅树村前寒武系—寒武系界线的磁性地层剖面图

上当时的古地理环境又属于一个浅海相陆棚地区，常年贸易风的存在十分有利于洋流上升作用，以致使大量的磷元素被带到温热潮湿的陆缘浅海部位沉积下来，从而就形成了不同规模的磷块岩矿床。自然，在晋宁梅树村、王家湾一带及其附近地区的震旦系上统—寒武系下统渔户村组中所赋存的若干大、中、小型磷块岩矿床，就是在这样一些有利的古气候条件下和古地理环境中形成的矿产。事实上，在剖面中大量分布的白云岩、磷块岩等湿热气候环境下形成的岩石和矿物的存在，正说明了它们与古地磁测定结果是十分吻合的。

致于检验地质时期地磁场是否发生过倒转问题可从古地磁结果得到证据，这就是要考察古地磁倾角正、负极性是否互相对应，而且古地磁偏角是否相差了 180°。对于现处低纬度地区的梅树村剖面而言，由于倾角较浅，这种倾角的变化是不甚明显的，但是从退磁后磁化方向的变化曲线特征分析，在梅树村剖面中的白岩哨段与小歪头山段、小歪头山段与中谊村段以及中谊村段与大海段，都可以观察到古地磁偏角相差约 180°，并且古地磁倾角具有正、反极性交替的现象，它们属于极性倒转(图 4)。然而由于剖面上寒武统在横向上的样品数量不多，而且需要有若干个剖面的相互比较和印证，所以目前仍不能给出精确的倒转长度。在此，我们要特别强调指出，梅树村剖面上所出现的多次极性倒转现象，正是与梅树村小壳动物的开始出现(白岩哨段与小歪头山段之间的第 I 组合带)繁盛时期（中谊村段与大海段第 II 组合带）至衰

亡时期(大海段与八道湾段之间即第 III 组合带)的时空位置相吻合,它对建立生物地层与磁性地层之间的联系方面有着特殊意义。尽管我们对于两者之间的关系目前还未得到满意的解释,然而这种客观存在的有趣现象确是值得重视的.

四、初步认识

1. 在梅树村剖面上的前寒武系—寒武系界线附近存在着混合极性带,它与梅树村动物群经历了一个发生—繁盛—衰亡的演化过程相对应;这种现象对于进行国际间的地层对比可能具有重要的意义;

2. 梅树村在晚震旦世—早寒武世的古纬度位置是处于不超过南、北 20° 的低纬度带,该区及其附近的中谊村段磷块岩矿床就是在这样一个古气候、古地理条件与沉积环境中形成的有价值的磷矿床.

在完成本项工作过程中,曾得到美国 Stanford 大学 Cox, A 教授与 McWilliams, M. O. 博士,中国科学院地质研究所崔克信教授、张日东副教授和云南省地质局李希勤副总工程师、戴恒贵高级工程师、云南省地质科学研究所王祖关所长的大力支持与关怀,以及邢裕盛、罗惠麟、蒋志文等同志的热情帮助,在此谨向他们致以深切的谢意!

参 考 文 献

[1] 罗惠麟等,中国云南晋宁梅树村震旦系—寒武系界线层型剖面,云南人民出版社,1984,154.
[2] ——,云南东部震旦系—寒武系界限,云南人民出版社,1982,265.
[3] 邢裕盛等,中国地质科学院地质研究所所刊,第 10 号,中国震旦系—寒武系界线专号,地质出版社,1983,260.
[4] Cowie, J. W., *Episodes*, 8(1985), 2: 93—97.
[5] Jiang Zhiwen, *Geol. Mag.*, **121** (1984), 3: 185—188.
[6] Liu Hungyun, Sha Chingan, Hu Shinling., *Scientia*, 16(1973), 2: 266—278.
[7] Xing Yusheng, Luo Huilin, *Geol. Mag.*, 121 (1984), 3: 143—154.