

56.27
KLP

古地磁学问题

И.И. 克魯泡特金 等著

地質出版社

古地磁學問題

П. Н. 克魯泡特金等 著

中国科学院地質研究所 翻譯室
构造室 譯

地質出版社

1959·北 京

古地磁学問題

著者 И. И. 克魯泡特金等

譯者 中国科学院地質研究所 翻譯室
构造室

出版者 地質出版社

北京西四馬路大街地質部內

北京市書刊出版登記證出字第 060 号

发行者 新华書店科技发行所

經售者 各地新华書店

印刷者 北京崇文印刷厂

印数 (京) 1—2,100册 1959年10月北京第1版

开本 $787 \times 1092^{1/2}$ 1959年10月第1次印刷

字数 85 000

定价 (10) 0.55 元

印张 3 $\frac{19}{25}$ 插頁1

序 言

古地磁学对我国地質界人士來說，还是一个比較生疏的学科，但是它在实用和解决大地构造学問題上已經作出了一些极有前途的貢獻。

古地磁学是应用地球物理方法来解决大地构造学問題的新兴学科之一。由于地質历史中地球磁場，在沉积岩的沉积过程和火成岩的冷却过程中，在一些磁化顆粒的排列方向上，得到了特定的反映。如同一些古生物的遺骸一样，在岩层中被保留了下来，忠实地記載了地質历史中某些岩块或构造单元，在其形成时期的經緯度位置。这对解决大地构造学問題來說，是一件如何重要的事。而且这是根据对系統采集的标本进行特定的磁性測定所得的数据为依据的。

古地磁学作为一門新兴科学，其理論和实际的应用，对地球物理学家、地質学家、找矿工程师來說，都是一个广闊的研究园地。目前在古地磁学中，已被研究和开始被研究的，包括有下列問題：

一、理論技术方面：

1. 岩层磁稳定性的研究。
2. 沉积岩剩余磁性的試驗研究。
3. 热剩磁的研究。
4. 理論和試驗仪器的改进。

二、实际应用方面：

1. 确定大地构造运动的垂直說和水平說。
2. 确定岩层的生成年齡。
3. 用于岩层对比和鑽孔測井。
4. 确定内生矿体与围岩的关系。
5. 研究潜伏构造。
6. 解释区域性磁異常。

所有这些問題，远非都已得到同等的研究。理論技术方面 1 和 3 項已有的研究資料較多。由于一些有力論据的存在，已不得不在某种程度上加强了地壳运动的水平論。值得注意的是，这对我国李四光教授所主张的水平說，无疑的是一个有力的支持。

有关岩层对比和研究潜伏构造，是利用地磁場的正常情形和迴返在沉积层中所保留的不同剩余磁化向量，以及磁性稳定沉积层中剩余磁化向量的固定不变这一事实作为基础的，因此对一些哑层及石油区域地質來說，是一个极为现实而有远景意义的問題。

当然，所有已被研究的問題，决不能限制了新理論的发展和說明了古地磁学实用的可能广闊范围。

有关这门科学的国际研究現况，我們只能作极簡略的介紹。在苏联各个科学院，都已制訂了近年大量地研究古地磁的計劃，并研究出了許多新型的高灵敏度的仪器。1958年4月在莫斯科召开了全苏古地磁学会議，并制訂了今后的計劃。1956年在英国曾召开了古地磁学大会，参加的有印度、澳大利亚及其他各国的学者們（这个項目是根据国际地球物理学年会所規定的）。在Блэккен及Каиашник 教授的倡議下，将于1958年底在伦敦，由苏联科学院和英国主要科学机关組織召开国际古地磁学科技会議，参加的有各个人民民主国家的学者。

古地磁学方面的专著，及散見各个物理学、地球物理学杂志中的論文，正在日益强烈地增长着。在这方面，英国学者的工作及日本学者的大量的未发表的研究，具有极为重要的意义。

我国古地磁学研究工作的开展，象征着中苏两国不可磨滅的友誼。根据科学技术合作的規定，苏联古地磁学委员会成員，地質矿物学博士 П. Н. 克魯泡特金教授，应我国科学院的邀請，于1958年7月来我国訪問。由中国科学院地質研究所、地球物理研究所、地質部地質力学研究室共同組織了古地磁研究队，在专家的直接指导下，对河北、山东、四川、貴州、湖南、湖北等地，进行了考察和系統的标本采集。这一部分工作的室內研究，将在北京和莫斯科两地同时进行。十一月中旬，在张文佑所长的倡議下，由地質研究所、地球物理研究所、地質力学研究室、北京大学四个单位，联合組成了古地磁学研究

組（共十人）。在北京大学王子昌教授的指导下进行工作，这就为我国进一步发展古地磁学，打下了良好的基础。

这本文集的出版，便是适应大跃进的情况，向我国学术界介绍了这一新生科学的簡略面貌，并希望它能在实际应用中，作到应有的贡献。

中国科学院及地質部古地磁研究队

1958.11.

目 录

序言.....	中国科学院及地質部古地磁研究队 (3)
古地磁学在大地构造学和地层学方面的意义.....	П. Н. 克魯泡特金 (7)
根据地震学和重力学的資料研究地壳的结构.....	П. Н. 克魯泡特金 (43)
研究岩石自然剩磁 (古地磁) 时标本采集須知.....	
.....	П. Н. 克魯泡特金 (61)
古地磁是沉积岩层对比和划分的新方法.....	А. Н. 赫拉莫夫 (69)
岩石的剩余磁性与其年龄 (古地磁和极地的移动)	
.....	А. Г. 卡馬洛夫 (74)
确定岩石剩余磁化强度的仪器.....	С. С. 皮欧克脫夫斯基 (88)

古地磁学在大地构造学和地层学 方面的意义

П.Н.克魯泡特金

一、緒 言

近几年来，人們对古地磁学——也就是对岩石在沉积或固結时所获得的剩余磁性——的研究，发生了很大的兴趣。在英国、美国、澳大利亚、苏联及另外一些国家，無論就研究方法方面还是就研究成果方面都发表了很多的文章。并且从这些成果中已概括出一些初步的結論。在一些国际科学技术會議上古地磁学曾成为討論的課題，會議的結果发表在1957年出版的两本論文集中（Advances of physics, Vol.6, №22, 1957; philos. Trans. Roy. Soc, London, ser. A, Vol.250, №974, 1957）。

到目前为止，地質学还只能确定地壳的垂直变动；依据比較深水性質的沉积为滨海相或陆相沉积所代替的現象，依据侵蚀、冲刷以及侵蚀面升高的現象来确定地壳的隆起作用；而下降作用則是依据沉积物的厚度来确定的。厚度甚至可以定量的估計沉降幅度的大小，同时在地質时期內变化較小的大洋水准面可以作为衡量升降幅度的水准点。

用地質学的方法很难确定地壳个别地段的水平变位，而直接的地質观察証明，下述三种类型的水平变位都是可能存在的：在受到收缩的地带由于形成褶皱和逆掩断层而使地壳的个别地段相互靠近；在受到伸张的地带，形成地塹和沟状地槽，于是地壳的各个地段相互离开；最后，第三类，是相邻地段在相反的但是平行的方向上移动，結果形成平移断层。我們所知的某些逆掩断层和推复大断层的断距有达10—40公里的。苏格兰的哥尔爱伊特—哥林平移断层的断距达107公里，加利福尼亚州的圣安德列阿斯断裂在更新世时期断距为16公里，从始

新世到現在其断距已达 370 公里，新西兰的平移断层在新生代位移竟达 482 公里(但不太肯定) (Ажгирей, 1956; Delsitter, 1956, Wetlman, 1956)。

是不是有更大規模的水平移动的問題，不能用通常的地質方法来解决。这个問題不止一次的在地質文献中引起討論，并且引証了比較广泛的資料，包括古气候学、古生物学和地球物理学。基于大西洋和印度洋对岸的地質剖面的相似，褶皱的构造走向一致和崗瓦納大陆动植物化石的共同性，此外根据南美、非洲、印度和澳大利亚的上古生代冰川沉积分布的古气候学資料，活动論的地質学家們就創立了大陆大規模变位的学說，即所謂的大陆漂流說或大陆漂移說 (А. Вегенер, Э. Арган, Р. Штауб, В. Соломон-Кольви, Дю Тойт, Л. Кинг, Р. Манк, Б. Л. Личков, Ж. Гегель, 參看 Личков, 1936; Goquel, 1952; King, 1953; Мааск, 1957)。与根据地質和古生物資料得出的論証相反，提出了地球物理和力学性質的反对意見。过去曾說沒有一种特殊的力量能使大陆地块順地球基底滑动。但实际上这种力的因素是存在的，例如，象魏格納、卓利、格里格斯、彼克里斯及其它人用来解释大陆漂流的这样一些因素：象月球的引力，地心吸力以及地球基底的对流运动等，但这些因素就其量來說，对用来解释类似的过程都显得太小或者显得完全是臆想出来的。何况，活动着的力并不是象活动論者根据古地理資料解說大陆漂移所需要的那样往各个不同方向作用的。但是，絕不能認為，大陆漂移說在原則的可能性上被解体了，已經从力学观点被完全推翻了。多依特在自己一本有关大陆活动的最主要的著作中，在相当大的程度上駁倒了这些反面意見，指出了魏格納的关于大陆就象順着水漂流的冰块一样順着基底滑动的观点是比較正确的，这种滑动是在地球內力的作用下，在一定地带的基底上地壳发生张力作用的情况下产生的，在这种情况下，变形的水平分力将不是在地壳的底部，而可能位于包括上下几百公里深的基底中。

远在 1930 年的时候，古登别尔格就提出了类似的想法。不久前在一篇論述地壳中广泛分布有走向断层和引张类型的水平移动的文章中，古登别尔格又談到这个問題，同时并假設有象魏格納所假定的那

种規模的大陆移动 (Gutenberg, 1956)。

与烏索夫-奧布魯切夫的脉动假說相似, 現在提出了这样的假說, 即在个别时期中, 个别地区之間可能发生相互远离的位移。

比魏格納更晚一些时期, 已經証明他所指出的經度确实是从格陵兰离开了欧洲。

对岩石古地磁学的研究給我們提供了地磁緯度 φ (也就是我們以后看到的地理緯度), 这个地磁緯度即是当岩石形成时所在地点的地磁緯度。也提供了在該地段上这个时期的和子午綫平行的地磁方向。此外, 有可能按照該地段来計算出相应时期的地极位置。在現代的地理坐标 (緯度 a 、經度 b) 上古地磁极的位置的确定是通过取样地点的磁偏角 D 、傾角 J 、緯度 l 和經度 α 按照以下公式計算:

$$\sin a = \sin l \cdot \sin \varphi + \cos l \cdot \cos \varphi \cdot \cos D \dots \dots \dots (1)$$

$$\sin(\alpha - b) = \frac{\cos \varphi \cdot \sin D}{\cos a} \dots \dots \dots (2)$$

緯度的測定是由 $\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{2} \operatorname{tg} J$ 求得。根据 D 和 φ 来計算古地极的工作, 可用弗氏旋轉台在吳氏投影网上用图解法計算。

提出相当数量的这类資料以后, 就可对不同地質时期的大陆的相互位置得出一定的結論。

古地磁学方面的資料現時还不多 (在世界上不同的地区可靠的平均鑑定数大約为 70%, 但是, 由大陆对比得出它們过去的分布的那样一些結論, 却惊人地接近于活动論者們——魏格納、多依特、琴格等人所設想的那样。根据古地磁資料确定, 在上古生代和中生代的上半期位于南部的大陆块相互很靠近, 并証明在中生代以后印度斯坦从南向北有过很大的迁移, 也証明北美洲由欧洲沿經度向西移动 $24-25^\circ$ 。这些結論是尝试由部分事实轉入对它們进行綜合并做出地質的解释的古地磁学家作出来的 (如加拿大 Лю Бойс, 英国的 Ранкорн, Крир, Нэрн, Клэгг, Лейч 和 Стаббс, 澳大利亚的 Эрвинг 和 Лжейгер等)。在文献中沒有对观察到的事实进行任何其它的解释。但是必須着重指出, 古地磁的一些資料对解决大陆互相作很大的水平位移的問題是不

够的。在引用古地磁学者的一些論証和結論时，作者現在仍然站在承認水平位移規模不大的立場，并認為只有数百公里的水平位移可以說是得到証實了的。对于大陆位移基本問題的解决必須重新考慮地質学、地球物理学、古生物学和古植物学給我們提供的所有資料。但到現在为止，还没有做过这样的审查，問題應該認為是攤开来了，但無論是大陆漂浮說或大陆固定論都不能加以解釋。

很久以前就被地質学家 Г. Натгорст, М. Неймайр, П. Крейхгауэр, Р. Кеиен 等以古地磁学資料所証實的两极位移的假說，根据 Крир, Эрвинг, Ранкорн 的看法，北极的位置由上元古代至今日的七亿年来可画成很大的曲綫，很象一条长 95° (10 500 公里) 和几乎同样寬的不封口的橢圓形曲綫。两极位移的平均速度据估計約一百万年 0.3° (一年 3 厘米)。所有最主要的 (反常) 古气候現象，古地磁学的这些資料都可找到自然的解釋。例如，肯平佳的寒武紀含盐沉积，根据这些資料看来，应沉积在接近北緯 25° ，即在亞热带。

無論这个問題——也就是对比古地磁学、大地构造学和古气候学資料时所發生的問題何时和以何种方式得到解决，至少岩石的剩余磁性現在已可用来对比剖面 and 鑑定火成岩、非变質的时代不明的沉积岩的年代。为此，既可利用各个地質时代中磁化向量的逐漸改变，也可利用記錄在岩石上的地球磁場轉化的作用結果。利用古地磁学研究的一些实例和古地磁学的研究方法及主要成果的应用等均簡略地敘述于本文內。

二、古地磁学的原理和研究方法

我們知道，地球現在的磁場大致相当于一个磁性均匀的球形磁場，它的軸向与地球轉动軸成 $11\frac{1}{2}^\circ$ 的夹角。每个磁性物体都有两个磁极——南极和北极。活动的磁針以由南向北的方向来指示磁場向量的方向，向量对水平面的傾斜角度叫做磁傾角 J ，它由零度磁道綫起至地球的磁极点止共有 90° 的傾斜。北端向下傾斜为正向，向上为負向。該向量的水平投影 (即磁子午綫) 与地理子午綫构成的夹角叫磁偏角 D 。

地球的磁軸与地球轉动軸相当接近，这个事实早就使我們把地磁形成的主要原因和地球的轉动联系起来。当我們研究了太阳的磁場，并知道它的磁軸和轉动軸只成一个不大的角度的时候，这样的推测就更站得住了。

曾观察到，某些星球的磁場的兩极常发生周期性的变化（磁場的符号迴返轉化），这时在星球地理极地附近，有时出現北磁极，有时出現南磁极。

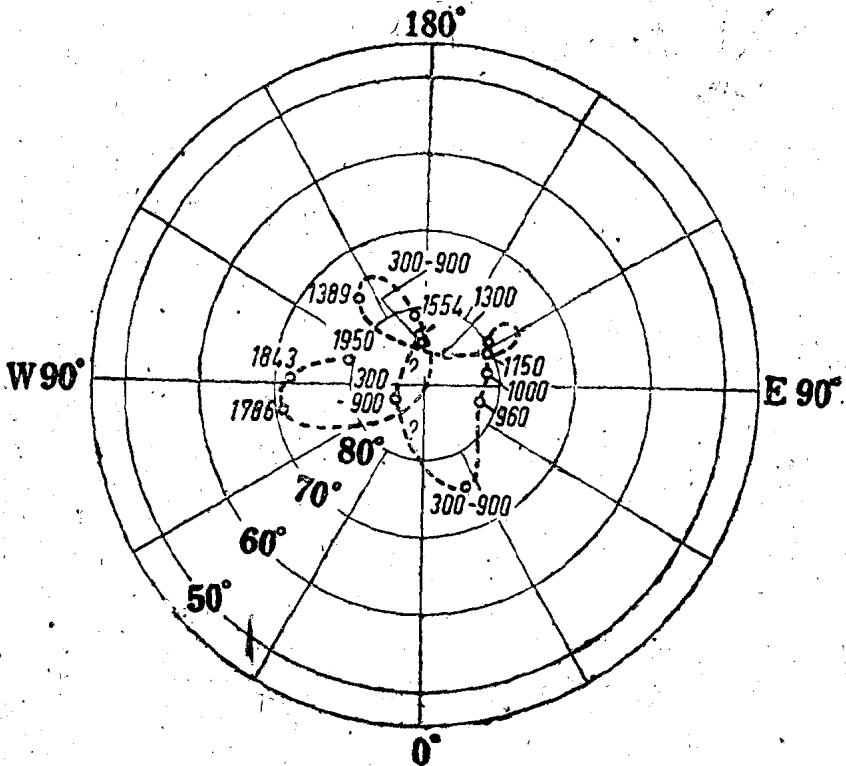


圖1. 在冰島測定的近二千年來磁極的位置

數字表示年代，最大的三個數字（1786年，1843年和1950年）是根據冰島磁場的直接觀察計算出來的。其餘的年代數字和磁極位置的點是根據冰島噴出的玄武岩熔岩的自然剩餘磁性測定的。圖上看出，磁極的位置在地理極的附近變動。（根據Angenheister, 1957）

研究了地球磁場也就了解了這個磁場的變化性，因為地磁極圍繞

着地球的两极画出了椭圆和圆，而且这变动的周期约为数百年（图1）。从下第四纪和较古老的熔岩磁化的情况来看，可以假设地球上也有磁场迴返转化，那时磁北极就成磁南极，或相反，磁南极变为磁北极。但地球磁场两极每次转换的时间为数百万年。

现在把地磁场看作是二个磁场的总合，这两个磁场一个是主要磁场，它与地球的转动有密切的联系，并有一定的方向性，因此，它的轴和地球的转动轴一致，而磁子午线和地理子午线也符合，另一个磁场是次生磁场，其强度大约只相当磁场总强度的1/10，这个次生磁场和主要磁场结合起来就造成上面所说的磁轴和地球转动轴的差数。次生

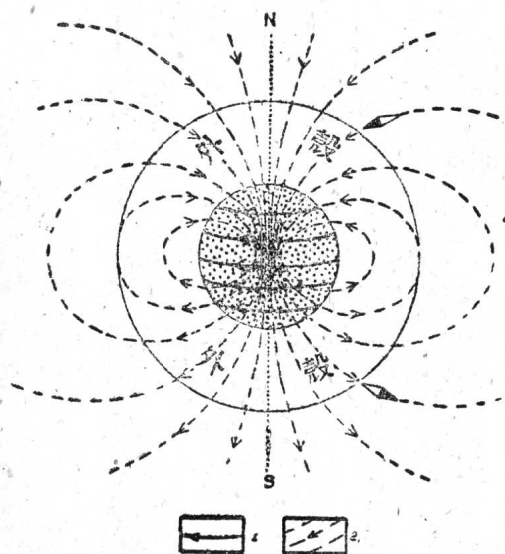


图2. 根据地球旋转轴(NS)而定向的偶极子的磁场。地球核心以小黑点标出(根据朗柯)

1—在核心表面流动的电流，2—磁场的磁力线

磁场的强度和方向不断的改变，因此磁极移动而与地理极地不一致了，现在这个磁场好象不断向西移动。主要磁场的迴转和世纪性的变动的原因，照艾略查谢尔和加里宁的意见看来，是由于在地球的核心和外壳交界处随地球的转动而产生了旋卷电流所致（图2）。

因此，無論从理論上，还是根据太古代的地史資料或年輕的熔岩的磁性所作的詳細觀察和研究，都說明次生磁場变化的速度是比較快的，甚至比地史時間还快（Hospers, 1955）。在約數千年的很长一段時間內，磁极环繞地理极帶已作出好几个迴轉曲綫。在这段時間內，磁极的平均位置与地理极帶的位置相当一致，这是因为相反的偏差相抵消的緣故。因此，如果我們对于任意一段時間（其間距不应少于1万年）作了相当数量（例如数十个）的磁化方向的測定，把这些資料用統計法加以平均，就能相当准确地判断出主要磁場的軸的位置，它与当时的地理极地是相符合的。这个平均的原則也就是現在研究古地磁的主要方法之一。

怎样来确定各地質时期的磁場的方向呢？首先应有供研究用的定向岩石标本（稜长5公分的小立方块）。

岩石具有各种各样的磁性，因此远非所有岩石均能以其剩余磁化程度来測定以往磁場的方向。最适合的是含有大量鉄磁性矿物——磁鉄矿、钛磁鉄矿、赤鉄矿等——的火成岩，例如超基性岩和基性岩，中性岩——安山岩等，較差的是酸性噴出岩。这些岩石在固結和冷却时的溫度要通过鉄磁性矿物的居里（Кюри）点（ 500° — 650° ）。当接近居里点时这些矿物特別易于磁化而按地磁場的方向排列起来，在冷却后如果矿物溫度不升高，那末在长时期內将保持这个磁化的方向。

根据实验，知道沉积岩具有剩余磁性，其方向与相应时期的磁場方向一致。这是由于沉积岩中含有磁性顆粒之故，如云母片中夹有磁鉄矿的細浸染体、細粒钛磁鉄矿等，在其沉积过程中或沉积物的孔隙中充填着水，当尚未固結时，这些小微粒就发生轉动，从而使其磁軸与地磁場的磁力綫方向一致。每一个磁性矿物的顆粒都象一枚显微磁針。此外，在化学沉淀的过程中鉄質胶結物也会磁化。沉积岩确实具有沉淀和胶結时地磁場的磁性方向。这不但从实验中得到了証实，也从沉积岩剩余磁性的方向性（例如澳大利亚的上古生代层状冰磧土，英国的下石炭紀砂岩——Irving, 1957—6, Belshe, 1957）恰和与其互层的熔岩的磁化方向一致上得到証实。偏差約在 10° 左右，这可能是由于另一些因素，如顆粒的形状，流动（如云母片平行于层理分

布)等在成岩时起作用的因素所致。

最适用于研究古地磁的沉积岩是細粒紅色砂岩和粉砂岩,鉄質胶結的泥灰岩,鈣質的鉄結核。粘土岩因为磁性不稳定所以不合适,石灰岩因为磁化很弱也不合适。所謂磁性稳定就是岩石和矿物保持最初获得的磁化方向的能力强,磁性不稳定的岩石不能保持这个方向,常随現代磁場的方向重新磁化。

如果在岩石中发现其磁化的方向与現代磁場相反或其磁偏角和磁傾角与現代磁力綫的方向不同,那么这本身就說明岩石有稳定的磁向。在最近50万年来,磁力綫方向变动很少,这个期限对于磁向不稳定的岩石按这个方向重新磁化是足够的。

有各种方法可以检查磁性的稳定性:

a.把岩石长久置于强磁性的人工磁場中后,再重复測定它的磁化方向。

б.检查砾岩中砾石的磁性方向,如果磁化方向是无次序的,就說明岩石在受冲刷前所获磁性的稳定性。

в.比較同一年代岩石构成的褶皺各翼的磁性方向,或者比較具有不同傾向和傾角的岩层各部分的磁性。如果在岩层傾斜校正以前磁化的方向是无次序的或表示出变动的方向,而校正以后即几乎一致,即相应的层理面上磁性方向在此地段各处是一致的时候,那么就說明这里磁性是稳定的。原有的磁場方向是保持下来了。这样也可确証这种岩石的磁化方向早在受到变动以前即已获得了。

在許多地区都进行过这类检查,通过检查我們知道噴出岩和一些沉积岩的磁化稳定性已足够使我們認為自其形成时起即保持了自己的磁化性。例如上湖区元古代 *Портэджлэйк* 系的安山岩和玄武岩(中 *Кьюинаван* 系)的砾石,含在上复 *Каппер Харбор* 系(上 *Кьюинаван* 系)中,这种砾石的磁性是无次序的,而在波尔泰治萊克安山岩—玄武岩本身岩层中和 *Каппер Харбор* 紅色砂岩系中磁性是定向的,完全是一定的,几乎是同样 (*Du Bois*, 1957)。在 *Ланкашир* 的背斜的下石炭紀岩层中(磨拉石砂岩等)在校正岩层坡度后,剩余磁性的方向几乎都是一样的,無論在相当陡的两翼或岩层几乎是水平产状的

頂部，情况都是如此。这种情况說明这个方向是在岩层还在水平产状时已具有的，也就是說在岩层发生褶皱以前已具这个方向了。（Belshé, 1957）。澳大利亚东南部上石炭紀条带状的冰川粘土层的方向，在岩层坡度校正以前有好几个不同的方向，但在岩层坡度校正以后则是一个方向了（Irving, 1957, 6）。

动力变質可以改变磁化的方向，因此輕微的褶皱作用和随之而来的一般发生在褶皱剧烈地带的变質作用，使得岩石变得不利于进行古地磁研究。但对英国及其他地区的已受到变动的元古代（Торридон, Лонгмайнд）和古生代岩石进行研究后証明，如果岩石几乎未受变質地形成了傾斜很陡（或很緩）的大褶皱，而早在延伸很远的厚层内这个傾斜改变不大的話，岩石的磁稳定性也保持未变，在校正岩层坡度后并可指出同一地层都具有同一的磁化方向（Creer, 1957 a）。現在已研究出一种方法可以用来研究磁性不完全稳定的岩石，如 Кейпер泥灰岩（英国，三迭紀），其中含赤鉄矿胶結物。这种方法可以将具有岩石形成时的磁性原始組份和由于現代地磁場的磁化而获得的磁性次生組份分开（Creer, 1957 b）。

在沉积岩与侵入体或噴出岩盖层接触附近（5—20公分）的地方，研究其剩余磁性已获得很好的成果，这种被英国人称作“烧变”的沉积岩即具細晶結構的角岩，一般含有鉄磁性矿物侵入体，当溫度为500—650°时，它們有很稳定的磁化方向。

由于地磁場有周期性的迴轉——极地的轉換，而发生了重要的問題。因为迴轉的結果，我們常常看到許多岩石之間剩余磁場所指的南极和北极有完全相反的方向。赫里在理論上証明了岩石中磁性的方向可能自动的相互轉換，但在大多数情况下所观察到的磁場方向的相互轉換不是由于岩石本身迴轉所致，而是与整个地磁場的迴轉和地极的改变有关。在地层上一定层位的磁化方向到处都表現一致的情况也証明了这点，例如在冰島、爱納尔逊和西克尔赫尔逊在三个相距甚远的地区对新第三紀和第四紀玄武岩复盖体（有正的和相反的磁化）都作了詳細的制图工作。每一复盖体下部层位和下伏层的接触变質层位中的磁化現象非常强，所以可能用罗盘来測定正向磁化和反向磁化，并

用地磁仪检查一些重要部分，磁化正常的和相反的熔岩交互层，在大片的面积中已经分别划出。磁极相反的熔岩组之间的过渡带一般相当于侵蚀面或某一沉积分层（冰碛层，海成层等）。但有时也在一些较短时期依次形成的熔岩复盖体中看到逐渐过渡的现象。第四纪上半期的熔岩和现代的熔岩一样，有正常的磁性，也就是它们的铁磁质点的北极向北，向下。下第四纪熔岩为具有明显的相反方向磁极的熔岩流，这在相距甚远的三个地区均相同。在上第三纪的熔岩中，不同磁极的熔岩互层重复好多次，在冰岛东部研究了总厚为6公里的新生代熔岩的形成顺序，这里有30组方向不同的熔岩复盖体互相交替着，每一组的平均厚度约为200公尺，在西冰岛的厚为4.7公里的熔岩层中可分出8层正常磁极的和7层相反磁极的，正常磁化的熔岩组平均厚约310公尺，而相反磁化的约375公尺，这两个厚度的接近以及正常磁化和相反磁化的熔岩的一般特性都可以清楚的用磁场极化作周期性变化来解释。保持磁场有同一方向的这段时期，据爱纳尔逊估计约为50万年（Einarsson, 1957），另外赫拉莫夫也单独得出类似的数字，这是在研究西土库曼沉积岩的磁化时得出来的，他将中上新统和上上新统分成14个正常磁性和反常磁性相互交替的地层稳定带。相当于每一带的各个时期霍斯别尔估计为25万年至50万年，赫拉莫夫估计为50万年（1957）。

曼尔文格和朗柯详细研究了西北苏格兰厚60公里的上元古代托尔顿砂岩层后指出：磁化方向是自下向上改变，自下托尔顿向上托尔顿有过渡现象，除此之外，还有多次地磁极的转换，由一层至另一层都有过渡现象，同时也弄清楚了磁化的方向和符号在同一层岩石中是稳定的。可沿走向追索10—20公里。因此野外资料指出大多数这一层的岩石，如红色、褐色和赭红色含有铁质矿物杂质的细粒砂岩，在沉积以后立即受到磁化，并且至今还保持原来的磁化方向，也就是保持了六亿年（Irving, Runcorn, 1957）。

侵入岩的磁化也是稳定的，但这里在不长的距离内也看到磁极符号或方向有局部的改变，根据赫里的理论，这可能是由于岩石本身自动磁化迴转发生的机制作用，例如南非卡鲁的粗玄武岩岩床和岩墙中，