

太阳引力场应力对铁矿石分布的影响

辛三丑

山西省怀仁市第二中学校 山西怀仁

【摘要】铁矿石储量关于纬度的分布，两个峰值纬度坐标 47.5° 和 -22.5° ，太阳引力场应力在经度线切线上投影的平均值，两个极大值纬度坐标 $\pm 45^\circ$ ，二者对比的结果是北半球 47.5° 与 45° 基本一致，南半球 -22.5° 与 -45° 相差较大（利用非洲板块向北的漂移速度 0.01m/年 ，以及铁矿石大量产生于约 5 亿年的寒武纪，能够说明二者在寒武纪时期，峰值纬度坐标在 -45° 上也基本一致）。物理机制：熔岩中质量密度较大的物质总是沿应力梯度正方向迁移，由此，质量密度大于熔岩的铁矿石沿经度线向 $\pm 45^\circ$ 纬度线聚集，同时沿径向下沉。海岭上可能存在铁矿石。

【关键词】太阳引力场；熔岩；铁矿石

【收稿日期】2023 年 2 月 14 日 **【出刊日期】**2023 年 3 月 20 日 **【DOI】**10.12208/j.jesr.20230001

Influence of solar gravitational field stress on iron ore distribution

Sanchou Xin

The second Middle school of Huai ren City, Huai ren, Shanxi

【Abstract】The distribution of iron ore reserves with respect to Latitude, the Latitude coordinates of the two peak values are 47.5° and -22.5° the average value of the stress of the solar gravitational field projected on the tangent of the Longitude line, and the two peak Latitude coordinates 45° , the comparison results show that 47.5° and 45° in the northern hemisphere are basically the same, while -22.5° and -45° in the southern hemisphere are quite different (using the northward drift speed of the African plate of 0.01 m/year , and the fact that a large amount of iron ore was produced in Cambrian of about 500 million years, it can be shown that the peak latitude coordinates of the two were basically the same at -45° during Cambrian). physical mechanism: The material with higher mass density in Lava always migrates along the positive direction of stress gradient, so the iron ore with higher mass density than lava gathers along the Longitude Line to the Latitude line of 45° , and sinks along the radial direction. There may be iron ore on the ridge.

【Keywords】Solar gravitational field; Lava; Ironstone

1 太阳引力场应力沿经度线切线分量的平均值

1.1 太阳引力场应力

以地球中心为原点，建立 xyz 坐标系， $x:R\cos\phi\cos\theta$, $y:R\cos\phi\sin\theta$, $z:R\sin\phi$, $x_0y_0z_0$ 坐标系， $x_0:R\cos\alpha\cos\beta$, $y_0:R\cos\alpha\sin\beta$, $z_0:R\sin\alpha$ ，其中，xy 两轴在赤道面上， x_0y_0 两轴在黄道面上，x 轴与 x_0 轴重合，y 轴与 y_0 轴夹角 $90^\circ - A$ ，z 轴与 z_0 轴夹角 $90^\circ - A$ ，A 自转轴与黄道面夹角 66.5° 。由此，照射在地球上的任意一条太阳光线，方向余弦 x_0 轴 $\cos\beta$ ， y_0 轴 $\sin\beta$ ， z_0 轴 0，利用 $x_0y_0z_0$ 坐标系沿 x 轴顺时针旋转 $90^\circ -$

A 至 xyz 坐标系，该方向余弦还可写做 x 轴 $\cos\beta$ ，y 轴 $\sin\beta\cos A$ ，z 轴 $\sin\beta\sin A$ ，这样地球表面任意一点所在的半径 R_0 ，在太阳光线上的投影：

$$R_0\cos\xi=R_0(\cos\phi\cos\theta\cos\beta+\cos\phi\sin\theta\sin\beta\cos A+\sin\phi\sin\beta\sin A) \quad (1)$$

地球内部的太阳引力场强度：

$$f(L+R\cos\xi)=f(L)-2GM R\cos\xi/L^3 \quad (2)$$

其中，L 太阳到地球中心的距离，这里 L 为恒量，M 太阳质量。对 $f(L+R\cos\xi) - f(L)$ 求积分，积

分限：单位截面积，高度 $R_0 \cos \xi$ ，地球平均质量密度 ρ 的柱体，由此，太阳引力场应力^[1]：

$$f_1 = c \cos^2 \xi \quad (c: -1.82 \text{ Pa}) \quad (3)$$

1.2 太阳引力场应力在经度线切线上投影的平均值

当 R 与 θ 不变时，参数方程 $x: R \cos \phi \cos \theta, y: R \cos \phi \sin \theta, z: R \sin \phi$ 表示一条经度线，参数 ϕ 表示的线元平方 ds^2 为 $[(dx/d\phi)^2 + (dy/d\phi)^2 + (dz/d\phi)^2] d\phi^2$ ，则经度线切线的方向余弦 x 轴 $dx/ds, y$ 轴 $dy/ds, z$ 轴 dz/ds ，该切线与太阳光线夹角 η 满足

$$\cos \eta = \cos \beta \cdot \frac{dx}{ds} + \sin \beta \cos A \cdot \frac{dy}{ds} + \sin \beta \sin A \cdot \frac{dz}{ds} \quad (4)$$

把 (3) 投影在经度线的切线上，一方面 (3) 投影在切线上，写做 $f_1 \cos \eta$ ，另一方面， $f_1 \cos \eta$ 的受力面积增加到 $1/\cos \eta$ ，由此 (3) 在切线上的投影

$$f_2 = c \cos^2 \xi \cos^2 \eta \quad (5)$$

利用地球公转角速度 ω_1 与自转角速度 ω_2 ，这里 ω_1 与 ω_2 均为恒量，以参考点位于 x 轴上做为时间 t 的 0 点，这时公转经度角 β 写做 $\omega_1 t$ ，自转经度角 θ 写做 $\omega_2 t$ ，公转周期与自转周期的公约值 T ，把 (5) 对 T 求平均值

$$f_3 = c \sin^2 (2\phi) / 64 \quad (6)$$

在 $[-90^\circ, 90^\circ]$ 闭区间内，(6) 极大值坐标 $\pm 45^\circ$ ，极小值坐标 0° 与 $\pm 90^\circ$ 。

2 液体中不同物质的相对运动

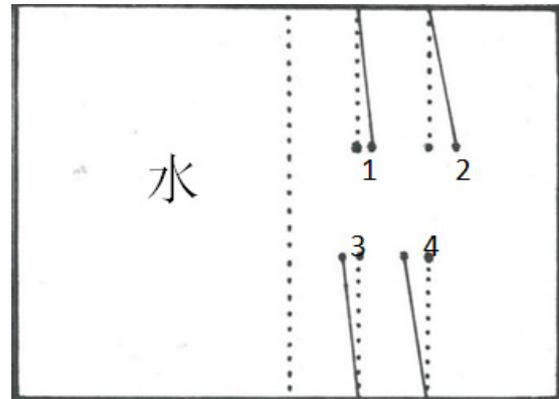
2.1 旋转容器实验

图 1，水平面上的密闭盛水容器，细绳悬挂 1 与 2 两个铝小球，3 与 4 两个石蜡球，当容器由静止转换为匀速转动时，小球从虚线状态转换为实线状态，结果一：质量密度大于水的铝小球沿远离转轴方向偏离，质量密度小于水的石蜡球沿接近转轴方向偏离。结果二：小球 2 与 4 的偏离角度，依次大于 1 与 3。把液体水推广到熔岩，固体铝与石蜡推广到液态物质，上述实验结果仍然成立。

2.2 熔岩中铁矿石聚集的物理机制

地球内部熔岩中发生不同物质混合事件时，铁矿石出现的途径至少有两种，一种是沿径向的含铁物质运动，另一种是沿切线方向的含铁物质聚集，这里分析后一种。由于铁矿石质量密度大于熔岩，(6) 在 $\pm 45^\circ$ 点有极大值，由此，熔岩中铁矿石的运动趋势，

一方面沿地球引力势减小的径向下沉。



转轴

图 1 1 与 2 铝小球，3 与 4 石蜡球，虚线与实线依次为容器静止与匀速转动时小球的状态

另一方面，铁矿石沿经度线向 $\pm 45^\circ$ 纬度点聚集。直观说明如下：图 1，容器匀速旋转时，从转轴至容器边沿，存在一个容器壁施加的应力梯度，该应力梯度使水和铝球做加速运动。铝球质量密度大于水，在应力梯度相等区域，也就是距离转轴相等的地方，铝球加速度小于水，由于容器中的水没有相对运动，由此，铝球趋于向容器边沿移动，也就是向应力增大的方向移动。由 (6)，地球内部的熔岩中存在应力梯度 $df_3/d\phi$ 时，质量密度大于熔岩的铁矿石沿应力梯度正方向运动，也就是沿经度线聚集在 $\pm 45^\circ$ 纬度极大值点。结果：理论给出了 $\pm 45^\circ$ 两条纬度线上，铁矿石储量相对较大。

3 铁矿石储量分布

3.1 铁矿石储量关于纬度的分布

统计源：46 个铁矿的纬度坐标与储量^[2]。统计方法：从赤道开始每间隔 5° 为一个单元，单元内的铁矿石总储量为纵坐标，单元的纬度中间标值为横坐标。需要说明的地方：第一，由于铁矿石的含铁量总是在一个区间，比如拉布拉多半岛的铁矿石含铁量 30%—36%，潜在储量 325 亿吨，无法给出一个准确的含铁量，不同铁矿的含铁量也不相同，由此这里不考虑含铁量，直接将数个铁矿的储量相加，作为标在图上的数据。第二，经度线上跨度较大的铁矿，采用若干纬度单元平均储量的方法，比如利比亚一几内亚一科特迪瓦铁矿处于纬度 $5^\circ - 15^\circ$ 区间，储量 370 亿吨，属于两个单元的储量分别为 185 亿吨。统计结

果：图 2，特征一：北纬 47.5° 附近有一个峰值，该值与 (6) 的极大值坐标 45° 基本一致。特征二：南纬 -22.5° 附近有另一个峰值，该值与 (6) 的另一个极大值坐标 -45° 相差较大，差值 22.5°。下面计算南半球非洲板块向北漂移与这个差值 22.5° 的关系。

3.2 板块漂移的影响

按照板块漂移学说，板块在球面上做漂移运动。由于铁矿石随着板块一起做漂移运动，以铁矿石储量峰值为线索的漂移距离计算是成立的。基础数据：铁矿石储量的大部分产生于约 5 亿年的寒武纪^[3]，也就是铁矿石储量峰值从产生至现在的漂移时间为 5 亿年，这是第一个数据。非洲板块现在的漂移速度 0.01 m/年，这是第二个数据。

按照海底扩张学说，作为地幔热物质的铁矿石，刚从地幔进入地壳海岭时，切平面上的速度为 0，也就是非洲板块上铁矿石储量峰值的漂移初速度为 0，这是第三个数据。计算过程：5 亿年内漂移速度由 0 均匀地增加至 0.01m/年，相应的平均速度 0.005m/年，5 亿年的漂移距离 $2.5 \times 10^6\text{m}$ ，跨越的纬度值 22.5°，该跨越值与上述南半球两个峰值的纬度差值 22.5° 相等，也就是 5 亿年前刚出现的铁矿石储量峰值，地理坐标大致位于 -45° 纬度上。

总体地讲，非洲板块、印度洋板块与美洲板块南端均存在向北的漂移，这种漂移使南半球陆地上的矿藏北移。结果：5 亿年的寒武纪时期，南半球铁矿石储量峰值的纬度坐标与 (6) 的极大值坐标在 -45° 上基本一致。

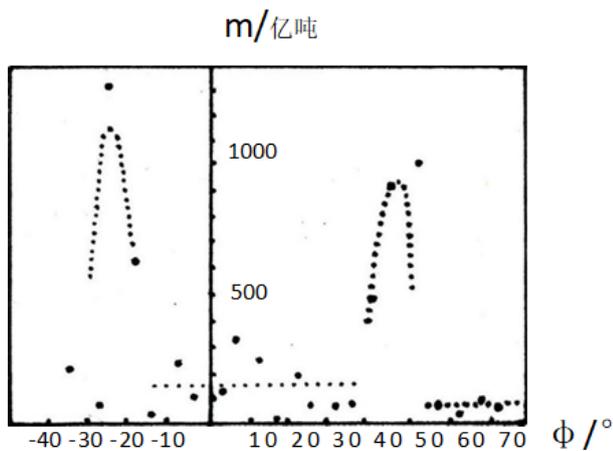


图 2 黑点为铁矿石储量关于纬度 ϕ 的分布，虚线为铁矿石储量分布的变化趋势

4 一般性分析

4.1 铁矿石储量峰值的理论地位

铁矿石储量的分布，与太阳引力场应力在经度线切线上投影的平均值 (6)，二者的峰值在 $\pm 45^\circ$ 纬度上基本一致，地球内部不同半径上 (6) 的极大值点构成一个锥面，锥面方程 ϕ 等于 $\pm 45^\circ$ 。这种太阳与地球共同得出的结果，理论上的意义突出一些，因为太阳与地球之间的运动状态，从二者形成算起，在较长的时间内保持不变，从而由此得到的铁矿石储量峰值坐标，在较长的时间内也保持不变。通常的山脉与高原，以及海洋均能够引起地表局部的引力场强度偏差，由于这些地貌稳定状态的存在时间比较短，地貌随时间变化，从而引起的引力场强度偏差也随时间不停地变化着。最后，进一步说明一下相关的旋转容器实验，当容器中没有水，旋转容器时，石蜡球与铝球均向远离转轴方向偏离，当容器中充满水，旋转容器时，石蜡球向接近转轴方向偏离，铝球向远离转轴方向偏离，形成石蜡球与铝球的分离，可见，水作为介质，在一定条件下能够影响物质的运输方向。这里的分析是把熔岩作为介质，完成铁矿石的锥面聚集。结果：地球内部 ϕ 等于 $\pm 45^\circ$ 锥面的铁矿石聚集，在较长的时间内具有稳定性。

4.2 铁矿石成为矿藏的一种设想流程

按照海底扩张学说，中洋脊裂谷的地幔物质流出，凝结成新的地壳，板块开始向两边漂移，板块相遇后，一部分板块没入地幔，重新成为地幔物质，这些物质运动的驱动力是地幔对流，这个学说给出了地幔物质进入地壳的途径。以非洲板块为标志，构想铁矿石成为矿藏的一种流程如下：5 亿年前的寒武纪时期，非洲国家津巴布韦位于南纬 -45° 线的锥面上，津巴布韦的地貌是中洋脊裂谷，也就是海岭的顶部，这时铁矿石作为地幔热物质从海岭顶部流向地壳，成为地壳物质的一部分（地幔热物质刚进入地壳时，在切平面上的初速度为 0），之后的 5 亿年这些铁矿石随着非洲板块一起漂移至现在位置。应当指出，海岭顶部位于 -45° 纬度左近旁或者右近旁，中洋脊裂谷的地幔物质流出仍然可能进行着，-45° 纬度点的地幔流出物质是海岭新地壳物质的一部分，仅仅是这一部分物质出现铁矿石的概率大一些，可见，海岭顶部沿 -45° 纬度线移动属于典型的铁矿石集中情形。最后说明相关的两点，一点是南半球铁矿石储量峰值 5

亿年的漂移距离,远大于北半球铁矿石储量峰值5亿年的漂移距离,构成板块相遇的必然性,典型事件为印度洋板块与亚欧板块相遇形成青藏高原。另一点是 -45° 纬度近旁中洋脊裂谷的地幔流出物质,构成海岭板块的延伸,可能存在的铁矿石是这些延伸板块的一部分,随着板块的向北漂移,这些海岭成为陆地的可能性较大^[4],与现在探测到的铁矿石大部分在陆地上一致(格陵兰岛上有一个铁矿,属于冰雪陆地)。人类现在还没有在海岭上探测到铁矿石,期待在海岭上寻找锥面点的地幔流出物质,也就是寻找海岭年轮对应的 $\pm 45^{\circ}$ 纬度点,从加蓬—喀麦隆—安哥拉铁矿与秘魯—智利铁矿二者均为狭长地带来讲,这种年轮叫做点与线段均可,指线段上的每一点均在不同时间点经过 $\pm 45^{\circ}$ 纬度。诚然,实际需要探测的矿藏,铁矿石只是其中的一种。结果:与(6)极大值匹配的印度洋海岭延伸物质中,可能存在铁矿石等质量密度较大物质。

5 铁矿石年龄的说明与结论

5.1 南半球铁矿石的年龄与漂移

非洲南部津巴布韦、南非与加蓬—喀麦隆—安哥拉三个铁矿(不含坦桑尼亚铁矿,该矿生成于更早的太古宙),这是非洲板块南部的的主要铁矿。南美洲玻利维亚、巴西与委内瑞拉7个铁矿(不含秘魯两个铁矿,这两个铁矿生成于较晚的中新生代),这是美洲板块南部的的主要铁矿。印度境内3个铁矿,澳大利亚境内3个铁矿,这是印度洋板块上的主要铁矿,共有16个铁矿,生成年代均为寒武纪,由于铁矿石与板块一起漂移,由此,选择5亿年的寒武纪至现在作为时间段,计算非洲板块的漂移距离,计算结果与(6)的南半球极大值纬度坐标基本一致。下面说明南半球另外两个特征鲜明的板块漂移,一个是没有铁矿石的太平洋板块与南极洲板块,以铁矿石为线索的计算不存在。另一个是具有较大漂移速度(0.02—0.05m/年)的印度板块(印度洋板块上的印度部分与澳大利亚部分需要分开计算各自的漂移),该板块以初速度为0,

速度值均匀增加的方式漂移时,5亿年漂移距离 $5 \times 10^6 - 12.5 \times 10^6 \text{m}$,印度境内3个铁矿位于约北纬 $15^{\circ} - 23^{\circ}$ 之间,距离南纬 -45° 的经度线长度约 $6.1 \times 10^6 - 7.6 \times 10^6 \text{m}$,可见两个距离范围是不矛盾的,或者说适当选择漂移速度0.02—0.05m/年区间内的一个值,就可以使计算结果处于 $6.1 \times 10^6 - 7.6 \times 10^6 \text{m}$ 区间内。

5.2 结论

铁矿石储量分布的两个峰值纬度坐标 47.5° 与 -22.5° ,太阳引力场应力在经度线切线上投影的平均值,极大值纬度坐标 $\pm 45^{\circ}$,二者在北半球的峰值坐标基本一致,南半球相差较大(利用非洲板块的向北漂移速度0.01m/年,以及铁矿石大量产生于约5亿年的寒武纪,能够说明二者在寒武纪时期,峰值纬度坐标在 -45° 上也基本一致)。海岭上可能存在铁矿石^[5]。

参考文献

- [1] 张镇九,相对论物理学.武汉:华中师范大学出版社,1997:32,16.
- [2] 赵宏军,叶锦华,陆秀法等.全球铁矿地质特征与我国钢铁产业对策.北京:地质出版社,2019.
- [3] 赵宏军,叶锦华,陆秀法等.全球铁矿地质特征与我国钢铁产业对策.北京:地质出版社,2019.
- [4] 辛三丑,地壳上的平均太阳引力场应力[J],科学发展研究,2022,2(3):91-94.
- [5] 上海晨光,世界地形.北京:中国地图出版社,2013.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS