



Original Article

Proof of the true motion of the North Celestial Pole

Xiaoqiang Guo¹

Abstract

Based on an overview of the understanding of the movement of the North Celestial Pole by astronomical circles throughout history, both in China and abroad, the paper uses a comparative study method involving astronomy, geology, and geography to verify the true movement trajectory of the North Celestial Pole and explore its guiding significance in the theory of Earth evolution and its practical application value in modern global satellite positioning and navigation. In addition, the paper redefines or explains related concepts such as the ecliptic pole, precession, and nutation.

Key words: The ecliptic pole; the north celestial pole; obliquity of the ecliptic; right ascension 14h; vernal equinox; precession of the equinoxes

Affiliation Info: ¹ Engineer, the Leshan Electric Power Co., Ltd., Sichuan Province, P.R. China.

Corresponding Author : Guo, XQ, Engineer; Email: 2837532525@qq.com.

Citation: Guo, XQ. 2025. Proof of the true motion of the North Celestial Pole. *Naturalis Scientias*, 2 (2): 574-585. DOI: <https://doi.org/10.62252/NSS.2025.1034>. www.naturalisscientias.com.

Copyright © 2025 by the author. Published by *Naturalis Scientias*. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

About the author: Xiaoqing Guo, he/him, an engineer of Leshan Electric Power Co., Ltd., Sichuan Province, China; independent researcher, research direction: Earth sciences and related disciplines; award-winning author of the "Spark of Scientific Wisdom" column of the Chinese Academy of Sciences, contracted author of "Baidu Reading", and certified writer of the "Toutiao" platform; mailing address: No. 81, North Section, Yongjiang Road, Wutongqiao District, Leshan City, Sichuan Province, China.

郭晓强，男，中国四川省乐山电力股份有限公司工程师；独立研究者，研究方向：地球科学及相关学科；中科院《科学智慧火花》栏目获奖作者，《百度阅读》签约作者，《今日头条》平台认证作家；通讯地址：中国四川省乐山市五通桥区涌江路北段 81 号。



北天极真实运动方式的证明

郭晓强

(乐山电力股份有限公司, 乐山 611130)

摘要

论文在概述古今中外天文学界对北天极运动认识过程的基础上, 采用天文学、地质学和地理学等学科相互对比研究的方法, 求证了北天极的真实运动轨迹, 探索了其在地球演变理论方面的指导意义、及其在现代全球卫星定位导航方面的实际应用价值。此外, 论文还重新定义或解释了黄极、岁差和章动等相关概念。

关键词: 黄极; 北天极; 黄赤交角; 赤经 14H; 春分点; 岁差

1. 引言

人类自进入有文字时代以来, 就开始对星空进行观察记录, 并不断积累以提高自身对星空的认识水平。从最古老的两河文明到古希腊文明, 人们建立了基于黄道坐标系的托勒密的“地心说”天文学体系。中国人则依据原始赤道坐标系, 先后提出了“浑天说”和“盖天说”等天文学理论架构。

公元前 2 世纪, 古希腊天文学家喜帕恰斯 (Hipparchus, 约公元前 190~前 125) 发现了春分点在黄道上西移的现象。中国晋代天文学家虞喜在公元 4 世纪发现了冬至点在 28 宿中的“退行”现象, 并将其定为“岁差”¹。

应该指出的是, 这是两种具有内在逻辑联系、但并不相同的天文现象。后来, 中国天文学界将上述两种天文学现象统一命名为岁差。

第一个将岁差与地球自转联系起来的, 是伟大的波兰天文学家哥白尼。他在《天体运行论》一书中专门用一节分析讨论这一问题, 并描绘了地球自转轴延长线 (北天极) 围绕其平衡位置 I 做“扭曲小王冠式”运动, 揭示出岁差叠加章动现象的原因是地球自转轴的移动造成的²。此后, 牛顿根据力学原理与其他天文学家合作提出了著名的“陀螺”假说, 即地球自转轴以 23.46 度的固定角度围绕北黄极作圆锥运动的理论假说, 进一步解释了产生岁差现象的原因³。



天文学界关注岁差问题的最初始原因，是它关系到历法的正确与否。牛顿提出的“陀螺”假说较好地解决了由于春分点移动而产生的回归年长度问题，并因此得到国际天文学界的一致认可。但随着天文学观测手段的现代化、天体测量学专业的兴起与发展，对岁差章动现象本质的研究已远远超出历法范畴。与此同时，牛顿假说的瑕疵也逐渐显露出来。这个假说推定的北天极围绕黄极旋转的移动方式和速度，与实际天文观测数据存在很大差异。依据这个假说建立起来的 IAU 岁差章动模型，由于其计算所得与实际观测数值之间存在极大误差而不断修改⁴。

正是在上述背景下，本文作者认为有必要采用系统论的方法，对北天极运动轨迹进行重新论证。

2. 论证及讨论

经多年研究思考，本文作者提出了一个全新的北天极运动方式，即北天极以类正弦曲线的运动方式沿赤经 14H 移动。下面将从天文学、地理学、地质学、气候学和候学等四个方面逐一进行论证。

2.1 天文学史料

先来看一下北极星变迁的历史记录。

右枢 (α Dar) 是国际天文学公认的距今约 5000 年前的北极星，勾陈一 (α UMi) 是现代北极星。中国古代天文学采用原始赤道坐标系，关注的重点是北天区，因此留下了北极星变迁的可靠记录和观测资料。英国科学家李约瑟依据牛顿假说描述过中国古代北极星变迁问题⁵。中国现代天文学家陈久金教授在研究过北极星的轨迹变迁问题后得出，“中国天文学的发展历史，最能清楚地表明天文学由萌芽到形成的过程。从公元前 3000 年以来，就有右枢、天乙、太乙、天帝、纽星等一系列曾经使用过而随时间推移逐渐被放弃了极星，由此可见中国天文学的古老程度。”⁶

天乙是与右枢角距很小的邻星，帝星 (β UMi) 也称天帝、北极 (4 UMi)。在华夏古典星图中，纽星被称为天枢。也因此，中国历史上北极星的候选名单应该依次为：右枢、帝星、北极和纽星。若将右枢和勾陈一作一直线相连，则该直线正好为赤经 14H。帝星、北极和纽星均分布在该直线两侧。

除右枢外，中国历史上的北极星没有一颗位于牛顿“陀螺”假说设定的北天极移动轨迹附近。需要说明的是，帝星充当北极星的古代记录不够确凿。而“北极” (4 UMi) 充当北极星的记录则包括但不限于如下内容：“中宫天极星，其一明者，泰一之常居也。”这里提到的“中宫天极星”就是“北极”。这一史料或可证明，“北极”应该是先秦至汉朝的北极星⁷。纽星 (北极 5) 亦称天枢，曾是古代北极星的历史记录：“北极纽星，天之极也。以纽为不动处，梁祖景烁以仪测之……”⁸。

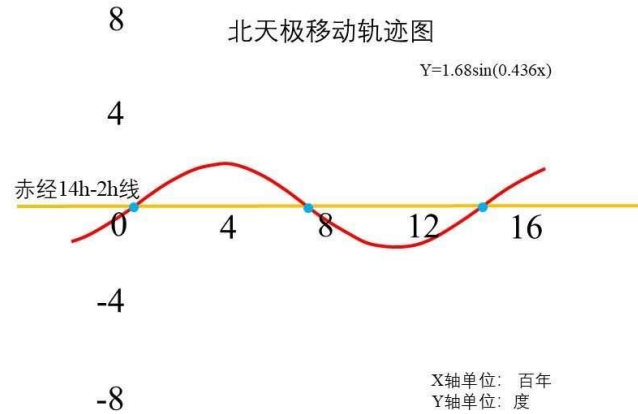


图 2. 北天极真实运动轨迹示意图

(为突出该曲线的波动特征，本文作者将 X 轴长度压缩为 1/100，即 X 轴长度单位为 100 年)

Figure 2. Schematic diagram of the actual motion trajectory of the North Celestial Pole

需要说明的是，上述北天极移动曲线及表达式是依据《中国天文年历》所载北极星 60 年（1955~2015）视位置表计算结果而得。北天极经度变化值为：2.85-1.85=1h，年平均变化值为 0.0167h。纬度变化值为 89.33-89.05=0.28，年平均变化值为 0.28/60=0.0047 度/年（16.80 角秒/年）。

若将北天极移动轨迹假设为一条类正弦曲线，则该曲线以赤经 2h-14h 经圈为横轴。这类正弦曲线可以表示为： $Y=A\sin(\omega x+\Phi)+k$ 。假设周期 T 为 120 年，则可以计算出其最大绝对值（T/4）为 $30*0.25=7.5$ 度=0.5h，即北天极经度变化范围应该为 13.5h~14.5h（ Φ, k 均为 0）。

曲线表达式为： $Y=0.5*\sin(0.052*X)$ 。

示意图中 X 轴为赤经 14H-2H 方向，单位是年；Y 轴为 X 轴垂直方向，单位是 h。

上述曲线及表达式表明，北天极运动轨迹是一条沿赤经 2h~14h 方向波动前进且垂直于黄道平面的类正弦曲线。

2.3 黄极位置及春分点移动方式与速度

黄极是天文学上一个重要的基础概念，但缺乏准确定义。笔者认为，教科书中黄极辞条描述的黄极空间位置是错误的。

经多年研究，本文作者提出黄极的新定义如下：黄极是经过地球质心且位于赤经 14H-2H 平面、与天极间夹角等于黄赤交角的直线在天球上的两个端点。其北端（北黄极）坐标为赤经 14H 00M 赤纬 66.54°、南端（南黄极）坐标赤经 2H 00M 赤纬 -66.54°。

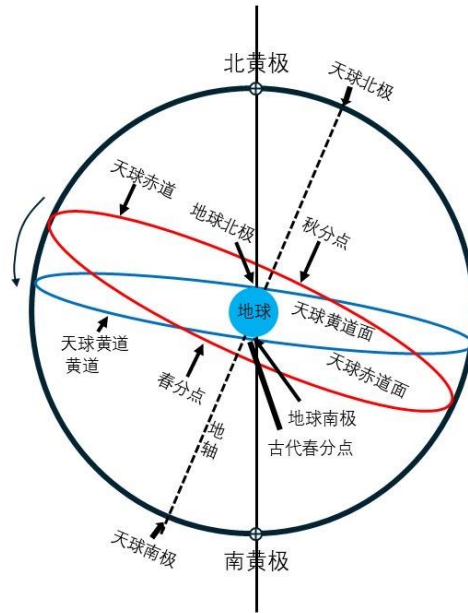


图 3. 春分点位置变化示意图

Figure 3. Schematic diagram of the change in the position of the vernal equinox

关于春分点位置变化示意图即上图 3 上的内容，证明如下： $23.46 \times 3600 / 16.8 = 5027$ 年。这一数据和右枢充当北极星的历史记录高度吻合。古希腊天文学家喜帕恰斯时期发现春分点移动时代距今约 2250 年，当时的春分点在白羊座。按照实测的北天极平均纬向移动速度计算，北天极从古希腊时代至今已移动 $2250 \times 16.8 / 3600 = 10.5^\circ$ 。故古希腊时代的黄赤交角应该为： $23.46 - 10.5 = 12.96^\circ$ 。只有按照这个角度逆时针旋转现代天赤道，才能满足喜帕恰斯时代春分点在白羊座的历史记载。

中国历史上不同时期北极星的坐标见表 1。

表 1. 中国历史上不同时代北极星坐标

Table 1. The coordinates of the North Star in different periods of Chinese history

| 星名 | 赤经 | 赤纬 | 黄赤交角 | 距今年代 |
|-----------------|-------|---------|---------|------|
| 右枢 α Dra | 14 04 | 64.2833 | -2.2567 | 5510 |
| 帝国 β UMi | 14 50 | 74.0833 | 7.5433 | 3410 |
| 北极 4 Umi | 14 08 | 77.6333 | 11.0933 | 2650 |
| 纽星北极 5 | 14 00 | 83.4766 | 16.9366 | 1398 |
| 勾陈一 | 02 50 | 89.3178 | 24.1422 | -142 |

资料源于本文所附参考文献 10 和 11

纽星无依氏星名 HP，编号 62572。为方便年代计算，各星的赤纬采用 10 进制。

从表 1 中数字和历史资料可以得出以下判断：帝星应该是中国商周时期的北极星，北极是中国春秋战国至秦汉时期的北极星，纽星是中国隋唐时代的北极星。表格中的计算结果，和史料记载年代高度一致。北天极从北极（4UMi）沿赤 14H 移动到勾陈一（小熊座 α 星），地球的黄赤交角也随之发生变化。黄赤交角从右枢充当北极星时代的 -2.17° ，变成现代的 23.46° 。

前已提及，北天极的真实移动方式是以类正弦曲线轨迹沿赤经 14H-2H 经圈移动。地球这类（第三种）运动方式，必然会引起黄赤交角变化及春分点移动。根据地理学公式，春分点太阳高度角 $=90-X$ ，式中 X 为测量的纬度。上式表明，春分点太阳高度角只和测量的纬度相关，而与经度无关。但黄赤交角却会因春分点测量点黄道经度变化而随之变化。所谓的“春分点移动”，实质上是春分点测量地的黄道经度随黄赤交角增加而向西移动。

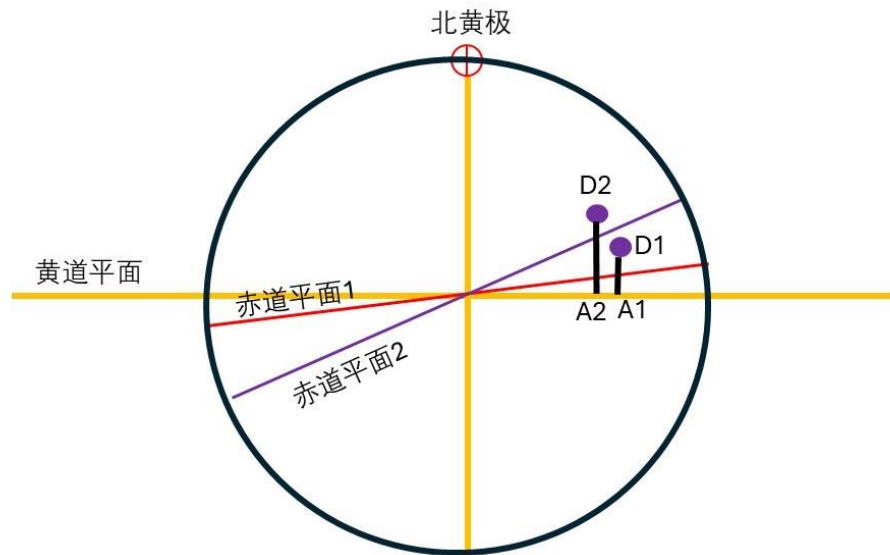


图 4. 黄赤交角引起春分点移动示意图

(D1 和 D2 分别为不同黄赤交角条件下同一经纬度的两个测量点)

Figure 4. Diagram of the movement of the vernal equinox caused by the obliquity of the ecliptic

图 4 中 D1 和 D2 两点为不同黄赤交角下地球表面同经纬度的春分点测量地（假设为格林威治天文台），A1 和 A2 则为它们在黄道上的投影点。从示意图中可以明显看

出，赤道平面 2 春分点在黄道上的投影，比赤道平面 1 的春分点在黄道上的投影西移了一定距离。这就是古希腊天文学家喜恰帕斯认为春分点进动的真实原因。

对赤道坐标系而言，春分点并没有移动。回归年是地球围绕太阳公转 360 度的时间，恒星年则是春分点测量的黄经值变化 360 度的时间。岁差=恒星年-回归年。表达的只是春分点测量地的黄道经度差异值。这就是恒星年和回归年长度不同的真实原因。

国际天文学界将历史上春分点测量的黄道经度变化，解释为春分点向西移动，这是以黄道坐标系为基准得出的判断。牛顿正是依据这一推断，提出了北天极移动的“陀螺”假说（图 5）。

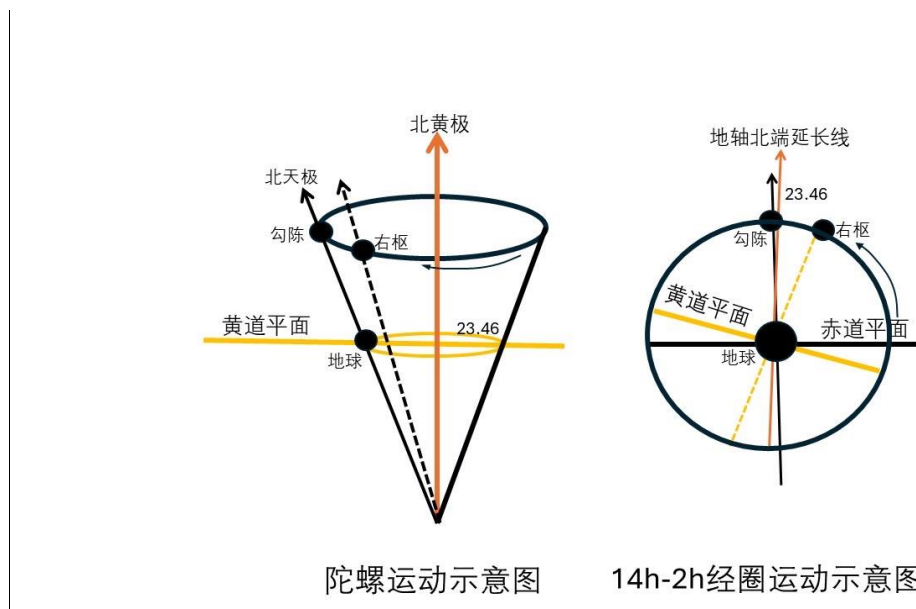


图 5. 北天极两种不同移动方式对比

Figure 5. Comparison of two different ways of moving the North Celestial Pole

从图 5 可以发现，牛顿提出的北天极陀螺运动轨迹是平行于黄道平面的。而本文作者提出的北天极运动轨迹，则是垂直切割黄道平面的。

采用原始赤道坐标系的中国古代天文学家，是以冬至点而不是春分点确定回归年的。公元 330 年，中国晋朝天文学家虞喜发现冬至点在 28 宿中移动，并将此现象定名为“岁差”。它反映了赤道坐标系中北天极的真实移动方式。喜恰帕斯发现的 axial precession 和虞喜发现“岁差”，虽然都是因北天极的移动而产生的天文现象，但准确含义并不相同，是不能简单将二者画等号。

从图 5 还可以看出，北天极从北极（4UMi）沿赤 14H-2H 经圈移动到勾陈一即小熊座 α 星，地球的黄赤交角和春分点也在随之变化。黄赤交角从右枢充当北极星时代的 -2.17° 变化到现代的 23.46° 。春分点测量的黄道经度也沿黄道平面顺时针移动了



一段距离。为此笔者认为，地球的自转轴运动实质是沿赤经 14H 方向切割黄道平面的缓慢旋转运动。这种运动必然会引起黄道平面与天赤道平面升交点（春分点）的移动。春分点的移动速度在古希腊时代是 36 角秒/年，现代天文学测定的速度是 50.27 角秒/年。这一事实证明，春分点移动速度不是一个常数而是一个变数。它应该是北天极纬向平均移动速度与对应三角函数的乘积。但这个函数的具体表达式，尚有待更多天文测量观测数据的整理和研究。

2.4 地理学证明

天文和地理密切相关，这既是中国传统观念，也是客观的自然规律。中国古代积累了丰富的地理实践。《周礼·地官·大司徒》曾这样描述古阳城（今登封）夏至之时太阳投影情况：“……日至之景，尺有五寸，谓之地中……”¹²。引文中关于登封是大地中心的结论肯定是不科学的，但通过其测量数值记录，可以求得当时的黄赤交角数据。

根据上面的“日至之景，尺有五寸”的记录，可以运用三角学公式进行计算。设登封当时夏至日的高度角为 $\arctan A=2.0$ ，查三角函数表 $A=63.43$ 度。已知登封的纬度为 34.6 度。根据北半球各地夏至日太阳高度计算公式：太阳高度角 $A=90-$ （当地北纬度数-黄赤交角度数）。应该有 $90-(34.6-\text{黄赤交角})=A$ 。已知登封的纬度值为 34.6 度， $A=63.43$ 度，经分析整理后得到当时黄赤交角为 8.03 度。这里需要确定《周礼》的成书年代。多数历史学家认为其成书于西周晚期。一般来说，《周礼》记载的史实特别是地理学记录资料，应该早于成书年代。因此笔者认为，《周礼·地官·司徒》记载的“立杆见影”资料应属商周时期，即公元前 1500 年左右，对应帝星充当北极星的年代。由此可以得出： $(2015+1500) * 16.8/3600+8.03=24.43^\circ$ 。这是一个和现代黄赤交角 23.46° 非常接近的数值。

需要指出的是， 8.03° 和前面天文学计算的 7.54° 存在 0.49° 的差异，换算成年代有 100 年左右之别。但笔者认为这个误差是可以接受的。

2.5 地质及气候证据

米氏理论与反映海平面变化和地层沉积的地质勘探资料较为吻合，并因此自上世纪 80 年代以来逐步得到国际地质学界的认同。米氏旋回提出了影响地球气候的 3 个要素和 3 个周期，即岁差周期、黄赤交角变化周期和轨道偏心率变化周期⁶。本文作者认为，这些都可以统一包含在赤北极沿赤经 14H 的移动周期内。据本文作者提出的假说，北天极沿赤经 14H 方向旋转 360° ，需要 $360*60*60/16.8=77143$ 年；北天极旋转 180° ，需要 $77143/2=38572$ 年，接近黄赤交角变化 4 万年的周期；北天极旋转 90° ，需要 $77143/4=19286$ 年，非常接近 2 万年的岁差周期。5 个岁差周期，正好等于轨道偏心率周期。

基于北天极的平均移动角速度，现在距离北天极与黄道平面平行、即下一个冰河时代的来临，还有 $(47-23.46) * 3600/16.8$ 年=5044 年。而我们人类距离上一个冰河时代，已经有 15099 年了，即 $(47+23.46) * 3600/16.8$ 。

上述两个冰河时代间隔约 2 万年，这也是一个间冰期的时间。地球自转轴旋转一周会经历两次冰期和两次间冰期。而地球的地理南北极颠倒现象，38572 年就会发生一次。

通过上面的叙述可以看出，地球自轴旋转假说完满地把“米氏旋回”的三个周期统一起来了。

业已证明，“米氏旋回”与地球的海平面高度变化周期及海相地层沉积周期基本一致。而地球海洋平面高度的变化，直接与冰河现象密切相关。当地球自转轴与赤道平面垂直时，两极冰盖基本融化，地表没有四季区别，海洋平面达到最高值；而当地球自转轴与赤道平面平行时，冰河时代来临，海洋平面降到最低值。当地球自转轴与黄道平面垂直或平行之间时，海平面在最低和最高之间变化。而我们人类，当前正处于海平面逐渐降低的过程中。

综上所述，米氏理论的相关研究成果，是支持本文作者所提出的理论假说的。

2.6 物候学依据

中国古气候研究方面的权威竺可桢教授在其专著《物候学》中发表的反映中国古今温度和挪威雪线高度变化的研究成果即图 6，得到全世界气候学界的高度认同⁵。该图表明，距今 5000 年前左右是地球平均温度最高时期。这一时期也正是北天极与北黄极重合、黄赤交角为 0 度的时期。此间地球处于温暖湿润期，海平面达到最高，两级冰盖基本融化。从这一时期开始，两极雪线逐渐下移，地球气温也随之下降。这样的变化趋势与地球黄赤交角从 0°向 23.46°逐渐增加是同步的。显然，图中古代温度是根据文字记述和物候记录推断出来的，而近现代则是采用更直接的温度测量仪器得出的。换言之，图 6 中的曲线形状及其对应时间不是很精准。但从地球气候变化的总趋势看，这一资料也是支持本文所提出的假说的。

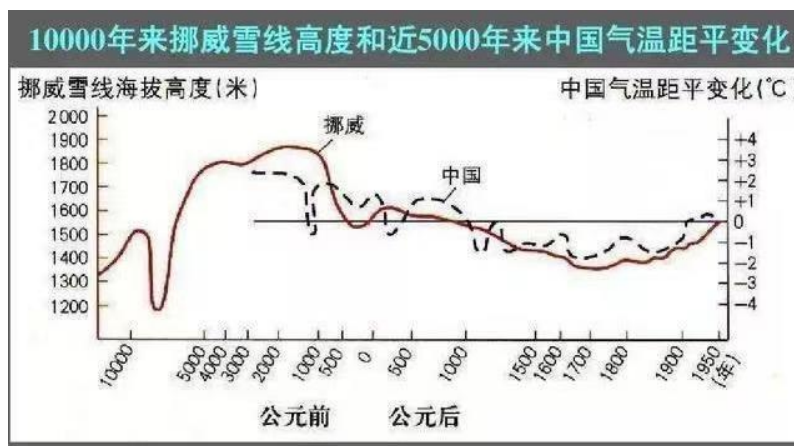


图 6. 一万年来挪威雪线高度（实线）与五千年来中国温度（虚线）变迁图（引自竺可桢）⁵

Figure 6. The height of the Norwegian snowline (solid line) over the past 10,000 years and the temperature in China (dashed line) over the past 5,000 years



3. 结论

通过以上诸多方面的论证可以得出，本文作者提出的北天极沿赤经 14H 移动假说，反映了北天极的真实移动轨迹。这一理论假说，或许在以下几个方面具有重大的划时代意义。

为地球科学研究提供了一把金钥匙。通过北天极的真实运动方式，导出了黄赤交角的循环变化规律，并因此全面合理地解释了周期性冰河时代的成因、地球气候冷暖的变化趋势、地球磁场倒转，以及“沧海桑田”的成因。此外，为历史上关于大洪水的传说、人类发源于非洲及其迁徙原因等自然之谜，提供了可能的答案。也为全面预测未来地球环境的演变趋势，提供了科学依据。

重新定义了“黄极”概念，并将岁差和章动现象统一起来，为建立一套崭新的 IAU 岁差章动模型奠定了科学基础。

需要说明的是，因研究条件和专业限制，笔者给出的只是北天极年近似运动轨迹表达式。至于北天极年的精确运动轨迹，特别是其周日和月运动轨迹等，尚需要天体测量专业方面的补充和完善。

参考文献

1. 艾萨克·牛顿著, 郑太朴译. 2006. *自然哲学之数学原理*. 1-3 卷. 北京: 商务印书馆.
2. 李约瑟. 1975. *中国科学技术史*. 北京: 科学出版社.
3. 陈久金. 1985. *天文学简史*. 北京: 科学出版社.
4. 哥白尼. 2006. *天体运行论*. 北京: 北京大学出版社.
5. 竺可桢. 1980. *物候学*. 北京: 科学出版社.
6. 杜昇云, 苗永宽等. 2013. *中国古代天文学的转轨与近代天文学*. 北京: 中国科学技术出版社.
7. 苗永宽. 1983. *球面天文学*. 北京: 科学出版社.
8. 丁仲礼. 2006. 米兰科维奇冰期旋回理论: 挑战与机遇. *第四纪研究/QUATERNARY SCIENCES*, 26 (5): 710-717.
9. 王明明等. 2009. IAU1976, 1980 及 2000A 岁差章动模型比较. *中国空间技术*, 第五期.
10. 郭晓强. 2021. 黄极准确空间位置及定义. *探索科学*, 第 15 期.
11. 北天区星图: <http://yw.eywedu.com/24/26/mydoc032.htm>.
12. 班固. 公元 54 年. *汉书*. 卷二十六 天文志. 第六.
<https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%A9%E6%96%87%E5%BF%97/3050682?fr=aladdin>.



13. 明史. 志第七. 历. <http://www.my285.com/shishu/mingshi/031.htm>.
14. 周礼. 地官. 大司徒. <https://wenku.baidu.com/view/ccdf5cd950e2524de5187ec0.html>.
15. 梦溪笔谈. 卷七. 象数一. <http://baike.so.com/doc/5370527-5606449.html>.
16. 虞喜. 百度. 百科.
17. 中国科学院紫金山天文台. 2014. 2014 年中国天文年历. 北京. 科学出版社.
18. 中国科学院紫金山天文台. 1955-2015. 中国天文年历. 北京. 科学出版社.

Author contributions

Xiaoqiang Guo contributed to the data collection, compilation and interpretation and wrote the paper.

Data availability

The data that support the findings of this study are available from the author upon reasonable request.

Declaration of competing interest

The author declares that he has no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Use of AI tools declaration

The author declares that he has not used Artificial Intelligence (AI) tools in the creation of this article.

