

论奥陌陌异常加速和轨道偏离的原因：太阳斥力

陈军利

西北工业大学电子信息学院，陕西 西安

收稿日期：2023年8月12日；录用日期：2023年9月12日；发布日期：2023年9月20日

摘要

本文应用偏转引力理论(引力线在偏转物体运动方向)，分析了奥陌陌的运行轨迹，说明奥陌陌的异常加速和轨道偏转都是奥陌陌的运动方向与引力线夹角超过 90° 以后的正常情况。奥陌陌的运行方向和太阳引力线夹角超过 90° 后，运行在太阳引力线之间的奥陌陌，会受到太阳前后引力线的作用，形成一个背向太阳方向的位移(斥力)，由于这个位移的存在，奥陌陌运行轨迹会加速偏离标准的双曲线轨道；速度上，奥陌陌在近日点后仍然在明显加速。

关键词

引力，引力子，引力场，奥陌陌

On the Causes of Oumuamua's Abnormal Acceleration and Orbit Deviation: Solar Repulsion

Junli Chen

School of Electronic Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shaanxi

Received: Aug. 12th, 2023; accepted: Sep. 12th, 2023; published: Sep. 20th, 2023

Abstract

This paper applies the theory of deflection gravity (the gravitational line is deflecting the object's motion direction) to analyze the trajectory of Oumuamua, and shows that Oumuamua's abnormal acceleration and orbital deflection are due to the angle between Oumuamua's motion direction

and the gravitational line exceeding 90° normal situation thereafter. When the angle between the running direction of Oumuamua and the sun's gravitational line exceeds 90° , Oumuamua running between the solar gravitational lines will be affected by the sun's front and back gravitational lines, forming a displacement (repulsion) away from the sun. Due to the existence of this displacement, Oumuamua's trajectory will accelerate and deviate from the standard hyperbolic orbit; in terms of speed, Oumuamua is still accelerating significantly after perihelion.

Keywords

Gravity, Graviton, Gravitational Field, Oumuamua

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

奥陌陌(Oumuamua) [1]-[18]是已知的第一颗经过太阳系的星际天体。2017年10月19日，被科学家们发现，当时距离地球大约3000万公里。图1为奥陌陌的运行轨道示意图。Oumuamua 直径在百米级，以每秒26公里左右的速度从天琴座方向冲进太阳系，近乎与黄道面垂直。呈现一个雪茄状，大约长400米，宽40米，颜色偏红，具有固态表面，但是不能区分是岩石或金属构成。是人类首次在太阳系内发现系外天体。

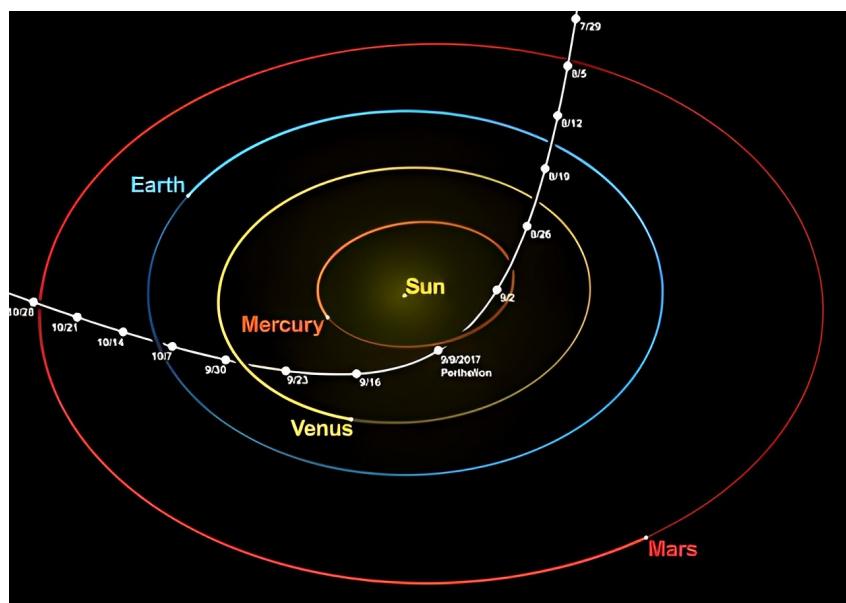


Figure 1. Oumuamua's orbit

图1. 奥陌陌运行轨道

按照现有的观测和计算结果，此天体在2017年的9月9日达到了近日点，近日点距离太阳0.25个天文单位，在以大约每秒40公里的速度离开太阳系。在11月1日，经过了火星轨道上空。

在只受引力的影响时，小行星会严格遵循由引力计算出的轨迹运行。但观测到的数据表明，直到2018

年 1 月 2 日，奥陌陌的位置与计算出的轨道存在 4 万公里的偏差(2018 年 5 月 3 日差值达到 10 万公里)。因此需要加入一个非引力加速度来解释其运行轨迹。

由以上资料可以得到：奥陌陌以 26.3 km/s 的速度进入太阳系，近日点距离 0.2559 个天文单位(3.828×10^{11} m)，奥陌陌通过近日点以后轨道明显偏离双曲线轨道，奥陌陌离开太阳系的速度会超过 40 km/s。

2. 偏转引力理论简述(引力线在偏转物体运动方向)

偏转引力理论[19] [20] (引力线在偏转物体运动方向)发表于《天文与天体物理》Vol. 10 No. 2 (April 2022)，简述如下：星球由物质够成，物质由分子够成，分子由原子够成，原子由原子核和电子够成，电子质量太小，这里暂不考虑，原子核由质子和中子够成，这里把质子和中子统称为核子，物体的质量与核子数量基本成比例，因此可以把核子作为质量的基本单位考虑。核子发射引力子，星球巨量的核子向四面八方发射大量的引力子，大量引力子以波(这里称为引力能量波)的形式传播形成引力线，星球周围的引力线组合形成引力场，引力子遇到处在引力场中的其它物体，引力子被其它物体的核子吸收，形成引力，这就是引力的传递过程。这里为了便于叙述，把中心物体称为“星球”，把处在星球引力场中的物体称为“物体”。

图 2 是运动物体 q 在星球 p 的引力场中的运行情况，我们把星球和物体都看成质点， p_1 、 p_2 是星球 p 从其中心 p_0 发出的两条相邻引力线，物体 q 沿图中 q 方向运行。

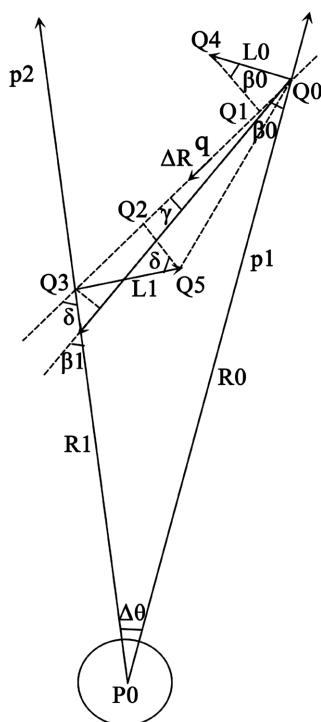


Figure 2. Analysis of objects running between gravitational lines
图 2. 物体在引力线之间运行分析

对于星球，包含的核子数量与星球质量成正比，假设每个核子在引力线一个周期内发出一个核子，在单位时间内发出 n_g 个引力子，星球内部的核子发出的引力子与星球内部其它核子发生作用，形成星球内部的引力，将星球物质聚集在一起，星球内部靠近外表层的核子，发出的引力子向星球外部发射，设星球发射到星球外部的引力子数量与星球核子发出的引力子总数的比例为 k_1 ，星球质量为 m_1 ，中子质量为 m_0 ，这样星球单位时间发往外部的引力子数量为：

$$N_o = k_1 n_g \frac{m_1}{m_0} \quad (1)$$

设星球引力线之间的夹角为 $\Delta\theta$, 星球发出的引力子与距离 R 处质量为 m_2 的物体相遇的核子数量为:

$$N_R = k_1 n_g \frac{m_1}{m_0} \frac{\pi \left(\frac{1}{2} \Delta\theta R \right)^2}{4\pi R^2} = k_1 n_g \frac{m_1 \Delta^2 \theta}{m_0 16} \quad (2)$$

设星球发出的引力子与单个核子作用的系数为 k_R , 单条引力线上的引力子与引力场中物质作用的时间为 Δt , 一般的单个核子单位时间吸收引力子数量应该与单位时间发射引力子数量相等, 设为 n_g , 引力子穿透物体 m_2 表层可以达到与物体内部核子发生作用的引力子比例为 k_2 , 则星球与物质发生作用的引力子数量为:

$$N_{R2} = k_1 k_2 k_R n_g^2 \frac{m_1}{m_0} \frac{m_2}{m_0} \frac{\Delta^2 \theta}{16} \Delta^2 t \quad (3)$$

星球发出的引力子形成引力线, 引力线以波的形式传播, 引力能量波的振幅垂直于引力线传播方向, 所以引力子与距离 R 处的核子相遇, 产生的位移垂直于引力线方向, 物体产生的位移的平方与引力子交换的能量成正比, 设单个引力子与单个核子交换的能量为普朗克常数, 而整个物体位移的平方与物质质量成反比, 所以星球发出的引力子与物体相遇时, 物体产生的位移为:

$$L^2 = \frac{k_1 k_2 k_R n_g^2 \frac{m_1}{m_0} \frac{m_2}{m_0} \frac{\Delta^2 \theta}{16} \Delta^2 t h}{m_2} \quad (4)$$

设:

$$b = \sqrt{\frac{k_1 k_2 k_R n_g^2 \frac{m_1}{m_0} \frac{m_2}{m_0} \frac{\Delta^2 \theta}{16} h}{m_2}} = \frac{n_g \Delta \theta}{4 m_0} \sqrt{k_1 k_2 k_R m_1 h} \quad (5)$$

引力子与物体 m_2 作用的时间 Δt 由物体通过两条引力线之间的距离 ΔR 和物体通过引力线时的速度 v 决定, 这样公式(4)可以简化为:

$$L = b \Delta t = \frac{b \Delta R}{v} \quad (6)$$

图 2 中, 设物体与星球初始距离为 R_0 , 物体运动方向与星球引力线的初始夹角为 β_0 , 物体在 Q_1 点的运行速度为 v_0 , 引力线之间的夹角为 $\Delta\theta$, 物体与引力线 p_1 作用形成的位移为 L_0 , 物体与引力线 p_2 作用形成的位移为 L_1 , 物体运行到引力线 p_2 处时, 与星球的预期距离为 R_{01} , 物体在引力线之间的运动距离为 ΔR , 物体受前后引力线作用最后形成的运动方向偏转角为 γ , 物体在 Q_3 点的运行速度为 v_1 , 则有:

$$\delta = \beta_0 + \Delta\theta \quad (7)$$

$$R_0 \sin \Delta\theta = \Delta R \sin(\beta_0 + \Delta\theta) \quad (8)$$

$$\Delta R = \frac{R_0 \sin \Delta\theta}{\sin(\beta_0 + \Delta\theta)} \quad (9)$$

$$R_0 \sin \beta_0 = R_{01} \sin(\beta_0 + \Delta\theta) \quad (10)$$

$$R_{01} = \frac{R_0 \sin \beta_0}{\sin(\beta_0 + \Delta\theta)} \quad (11)$$

$$L_{0//} = \frac{b\Delta R}{v_0} \sin \beta_0 \quad (12)$$

$$L_{0\perp} = \frac{b\Delta R}{v_0} \cos \beta_0 \quad (13)$$

$$L_{1//} = \frac{b\Delta R}{v_1} \sin(\beta_0 + \Delta\theta) \quad (14)$$

$$L_{1\perp} = \frac{b\Delta R}{v_1} \cos(\beta_0 + \Delta\theta) \quad (15)$$

根据力矩原则，物体在 Q_3 点的垂直位移 Δq_\perp 为：

$$\Delta q_\perp \Delta R = L_1 \cos(\beta_0 + \Delta\theta) [\Delta R - L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta)] - L_0 \cos \beta_0 L_0 \sin \beta_0 \quad (16)$$

$$\tan \gamma = \frac{\Delta q_\perp}{\Delta R} = \frac{b \cos(\beta_0 + \Delta\theta)}{v_1} - \frac{b^2 \cos(\beta_0 + \Delta\theta) \sin(\beta_0 + \Delta\theta)}{v_1^2} - \frac{b^2 \cos \beta_0 \sin \beta_0}{v_0^2} \quad (17)$$

设物体初始速度为 V_0 ，物体受 $L_{0//}$ 影响，速度加速到 V_{01} ：

$$v_{01} = v_0 \frac{\Delta R - L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta)}{\Delta R - L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta) - L_0 \sin \beta_0} \quad (18)$$

物体受 $L_{1//}$ 影响，速度减速速到 V_1 ：

$$v_1 = v_{01} \frac{\Delta R - L_0 \sin \beta_0}{\Delta R - L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta) + L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta)} \quad (19)$$

$$v_1 = v_0 \frac{\Delta R - L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta)}{\Delta R - L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta) - L_0 \sin \beta_0} \frac{\Delta R - L_0 \sin \beta_0}{\Delta R - L_0 \sin \beta_0 + L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta)} \quad (20)$$

$$v_1 = v_0 \frac{\left[\Delta R - L_0 \sin \beta_0 \right] \left[\Delta R - L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta) \right]}{\left[\Delta R - L_0 \sin \beta_0 \right]^2 - \left[L_1 \sin(\beta_0 + \Delta\theta) \right]^2} \quad (21)$$

$$v_1 = v_0 \frac{\left[\frac{\Delta R - b\Delta R}{v_0} \sin \beta_0 \right] \left[\Delta R - \frac{b\Delta R}{v_1} \sin(\beta_0 + \Delta\theta) \right]}{\left[\Delta R - \frac{b\Delta R}{v_0} \sin \beta_0 \right]^2 - \left[\frac{b\Delta R}{v_1} \sin(\beta_0 + \Delta\theta) \right]^2} \quad (22)$$

为了物体运动方向与引力线夹角超过 90° 后公式的一致，这里将 $\sin \beta$ 转换为 $\cos(\pi/2 - \beta)$ ：

$$v_1 = v_0 \frac{\left[1 - \frac{b}{v_0} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0\right) \right] \left[1 - \frac{b}{v_1} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0 - \Delta\theta\right) \right]}{\left[1 - \frac{b}{v_0} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0\right) \right]^2 - \left[\frac{b}{v_1} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0 - \Delta\theta\right) \right]^2} \quad (23)$$

$$v_1^2 \left[1 - \frac{b}{v_0} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0\right) \right]^2 - v_1 v_0 \left[1 - \frac{b}{v_0} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0\right) \right] \\ + b v_0 \left[1 - \frac{b}{v_0} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0\right) \right] \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0 - \Delta\theta\right) - \left[b \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0 - \Delta\theta\right) \right]^2 = 0 \quad (24)$$

$$v_1 = \frac{v_0 \pm \sqrt{\left[v_0 - 2b \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0 - \Delta\theta\right) \right]^2 + 4b^2 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0 - \Delta\theta\right) \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0\right)}}{2 \left[1 - \frac{b}{v_0} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_0\right) \right]} \quad (25)$$

设物体从引力线 p_1 运行到引力线 p_2 后, 形成新的物体与星球距离为 R_1 , 物体运动方向与星球引力线的夹角为 β_1

$$\beta_1 = \beta_0 - \gamma + \Delta\theta \quad (26)$$

$$R_1 \sin \beta_1 = R_0 \sin(\beta_0 - \gamma) \quad (27)$$

$$R_1 = \frac{R_0 \sin(\beta_0 - \gamma)}{\sin \beta_1} \quad (28)$$

3. 奥陌陌轨道偏离的原因：太阳斥力

为了解释奥陌陌轨道偏离问题, 现在我们先看看当物体运行方向与星球引力线的夹角超过 90° 的情况, 图 3 中, 引力线与物体的作用力在 Q_0 点朝下, 在 Q_3 点朝上, 作用力的合力朝远离星球的方向, 此时星球引力线对物体的作用不是引力而是斥力, 奥陌陌在进入太阳系时, 它的运行方向和太阳引力线的夹角是小于 90° 的, 随着奥陌陌与太阳的距离越来越近, 这个夹角也在逐步增大, 当到近日点时这个夹角等于 90° , 随后随着奥陌陌继续运行, 这个夹角超过 90° , 此时奥陌陌受到太阳引力线的作用如图 3 所示, 太阳引力线对奥陌陌的作用背向太阳, 它不再是引力而是斥力。这就形成了奥陌陌实际轨道与我们按引力理论计算轨道的偏差的原因。

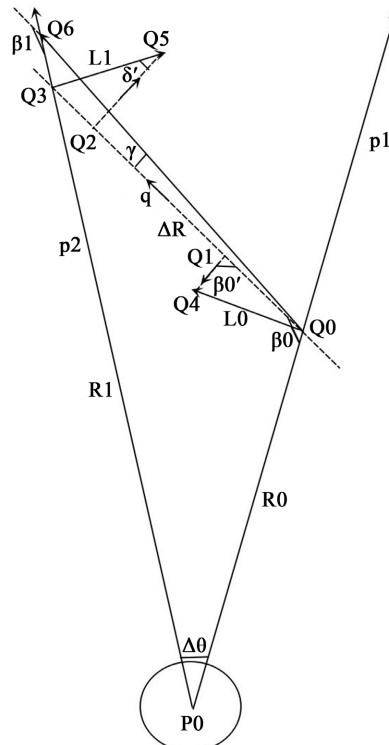


Figure 3. The repulsive force of the planet
图 3. 星球的斥力

4. 奥陌陌运行轨道模拟

根据以上推导, 可以对奥陌陌绕太阳运行轨道进行模拟, 表 1 是数据模拟的部分截图, 表 1 中引力线夹角为 0.002 弧度, 太阳的质量: $1.989E30 \text{ kg}$ (这里 E 为以 10 为底的指数, $1.989E30 \text{ kg}$ 为 $1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$, 以下类似), 奥陌陌等效半径 r_2 取 70 m, 由于笔者笔记本电脑精度的限制, 奥陌陌与太阳起始距离 R 取 $7.84E10 \text{ m}$, 奥陌陌运行方向与引力线夹角为 83° (1.44862 弧度), 单个核子单位时间发射引力子数量, 太阳发射到球外引力子比例, 引力子与核子发生作用的比例, 引力子穿透物体表层与核子发生作用的比例, 核子吸收引力子的比例, 这几个因素的综合因数 $n_0 * (k_1 * k_R * k_2)^{0.5}$ 为: $6.02636017014540E-20$, 奥陌陌进入太阳系的角度取 0.785 弧度(45°), 数据模拟中, 奥陌陌初始速度为 26.3 km, 奥陌陌运行方向与引力线夹角 β 为 90° 时, 奥陌陌到达近日点距离为: $3.82848E10 \text{ m}$ (0.256 天文单位), 速度为 41,212 m, 奥陌陌运行方向与引力线夹角超过 90° 时, 偏转角 γ 出现负值, 奥陌陌运行方向与引力线夹角 β 为 1.63202 弧度(93.555°)时, 奥陌陌加速度达到峰值为: 5.403 m/s^2 , 此时速度为 41,358 m/s, 奥陌陌运行方向与引力线夹角 β 为 3.12863 弧度(179.3°)时, 奥陌陌模拟速度为 42,103 km/s。

Table 1. Partial data of Oumuamua's trajectory simulation

表 1. 奥陌陌运行轨迹模拟部分数据

数值随 θ 变化								常数	
θ	β	$R (\text{m})$	$V (\text{m/s})$	$\text{TAN}\gamma$	γ	加速度 a	$X (\text{m})$	$Y (\text{m})$	$\Delta\theta$
0.785	1.44862	7.84000E+10	26,308	0.00203619	0.00203618	8.36024	5.54592E+10	5.54151E+10	0.002
0.787	1.44859	7.83806E+10	26,317	0.00203617	0.00203617	8.35730	5.53346E+10	5.55122E+10	$m_0 (\text{kg})$
0.789	1.44855	7.83612E+10	26,325	0.00203616	0.00203616	8.35435	5.52098E+10	5.56089E+10	$1.67E-27$
0.791	1.44851	7.83418E+10	26,333	0.00203615	0.00203615	8.35141	5.50848E+10	5.57054E+10	$r_0 (\text{m})$
0.793	1.44848	7.83223E+10	26,342	0.00203614	0.00203613	8.34847	5.49597E+10	5.58017E+10	$8E-16$
0.795	1.44844	7.83029E+10	26,350	0.00203612	0.00203612	8.34554	5.48343E+10	5.58976E+10	h
0.797	1.44841	7.82835E+10	26,358	0.00203611	0.00203611	8.34261	5.47089E+10	5.59933E+10	$6.626E-34$
0.799	1.44837	7.82641E+10	26,367	0.00203610	0.00203610	8.33968	5.45832E+10	5.60887E+10	$m_1 (\text{kg})$
0.801	1.44833	7.82447E+10	26,375	0.00203609	0.00203608	8.33675	5.44574E+10	5.61838E+10	$1.989E+30$
0.803	1.44830	7.82252E+10	26,383	0.00203607	0.00203607	8.33383	5.43315E+10	5.62786E+10	$r_2 (\text{m})$
0.805	1.44826	7.82058E+10	26,392	0.00203606	0.00203606	8.33091	5.42053E+10	5.63731E+10	70
0.807	1.44823	7.81864E+10	26,400	0.00203605	0.00203605	8.32799	5.40790E+10	5.64674E+10	$n_0 * (k_1 * k_R * k_2)^{0.5}$
0.809	1.44819	7.81670E+10	26,408	0.00203604	0.00203603	8.32508	5.39526E+10	5.65614E+10	$6.02636017014540E-20$
0.811	1.44815	7.81475E+10	26,417	0.00203603	0.00203602	8.32217	5.38260E+10	5.66551E+10	b
0.813	1.44812	7.81281E+10	26,425	0.00203601	0.00203601	8.31926	5.36992E+10	5.67485E+10	463.1660592
0.815	1.44808	7.81087E+10	26,433	0.00203600	0.00203600	8.31636	5.35723E+10	5.68417E+10	$v_0 (\text{m/s})$
0.817	1.44805	7.80892E+10	26,442	0.00203599	0.00203599	8.31345	5.34452E+10	5.69345E+10	26,300
0.819	1.44801	7.80698E+10	26,450	0.00203598	0.00203597	8.31055	5.33179E+10	5.70271E+10	
0.821	1.44797	7.80504E+10	26,458	0.00203596	0.00203596	8.30766	5.31905E+10	5.71194E+10	
0.823	1.44794	7.80310E+10	26,467	0.00203595	0.00203595	8.30476	5.30630E+10	5.72115E+10	
0.825	1.44790	7.80115E+10	26,475	0.00203594	0.00203594	8.30187	5.29353E+10	5.73032E+10	
0.827	1.44787	7.79921E+10	26,483	0.00203593	0.00203592	8.29898	5.28074E+10	5.73946E+10	
0.829	1.44783	7.79727E+10	26,492	0.00203591	0.00203591	8.29610	5.26794E+10	5.74858E+10	
0.831	1.44779	7.79532E+10	26,500	0.00203590	0.00203590	8.29322	5.25512E+10	5.75767E+10	

Continued

0.833	1.44776	7.79338E+10	26,508	0.00203589	0.00203589	8.29034	5.24229E+10	5.76673E+10
0.835	1.44772	7.79143E+10	26,516	0.00203588	0.00203587	8.28746	5.22944E+10	5.77576E+10
0.837	1.44769	7.78949E+10	26,525	0.00203587	0.00203586	8.28459	5.21657E+10	5.78477E+10
0.839	1.44765	7.78755E+10	26,533	0.00203585	0.00203585	8.28172	5.20369E+10	5.79374E+10
0.841	1.44761	7.78560E+10	26,541	0.00203584	0.00203584	8.27885	5.19080E+10	5.80269E+10
0.843	1.44758	7.78366E+10	26,550	0.00203583	0.00203583	8.27598	5.17789E+10	5.81161E+10
0.845	1.44754	7.78172E+10	26,558	0.00203582	0.00203581	8.27312	5.16497E+10	5.82050E+10
0.847	1.44751	7.77977E+10	26,566	0.00203580	0.00203580	8.27026	5.15203E+10	5.82936E+10
0.849	1.44747	7.77783E+10	26,574	0.00203579	0.00203579	8.26740	5.13908E+10	5.83819E+10
0.851	1.44744	7.77588E+10	26,583	0.00203578	0.00203578	8.26455	5.12611E+10	5.84700E+10
0.853	1.44740	7.77394E+10	26,591	0.00203577	0.00203577	8.26170	5.11312E+10	5.85577E+10
0.855	1.44736	7.77199E+10	26,599	0.00203576	0.00203575	8.25885	5.10013E+10	5.86452E+10
0.857	1.44733	7.77005E+10	26,607	0.00203574	0.00203574	8.25600	5.08711E+10	5.87324E+10
0.859	1.44729	7.76810E+10	26,616	0.00203573	0.00203573	8.25316	5.07409E+10	5.88193E+10
0.861	1.44726	7.76616E+10	26,624	0.00203572	0.00203572	8.25032	5.06105E+10	5.89059E+10
0.863	1.44722	7.76422E+10	26,632	0.00203571	0.00203570	8.24748	5.04799E+10	5.89922E+10

图 4 是奥陌陌绕太阳运行轨道数据模拟效果图。由图可以看出，奥陌陌图 4 是奥陌陌运行轨迹数据模拟效果图，由图可以看出奥陌陌运行轨迹并非一个标准的双曲线，而是经过近日点后有一个加速偏离。

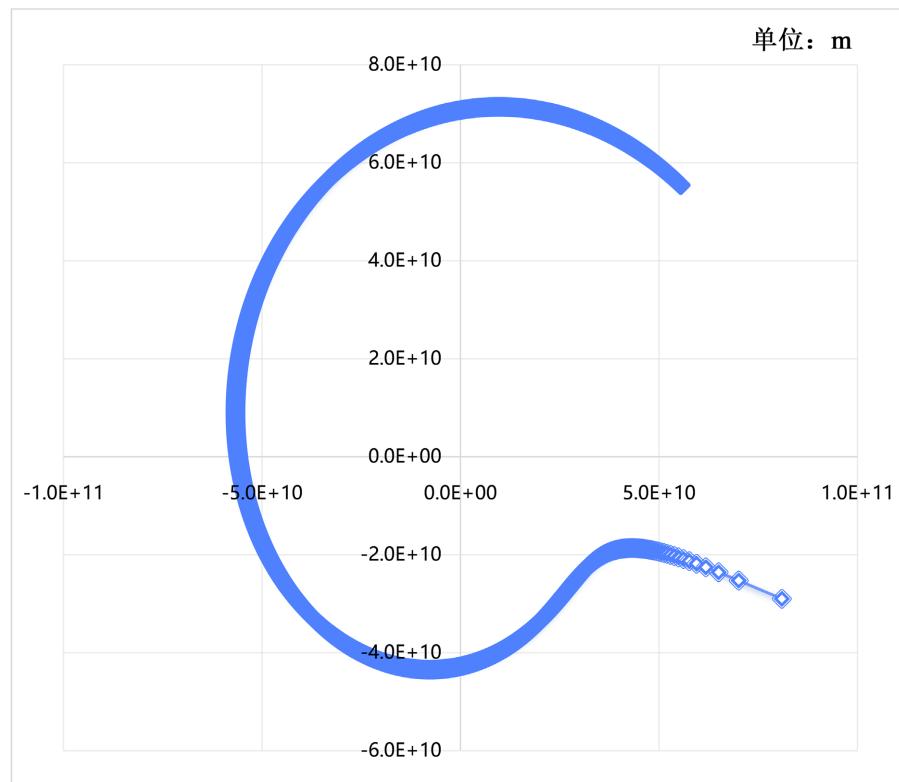


Figure 4. Simulation effect diagram of Oumuamua's orbit data
图 4. 奥陌陌运行轨道数据模拟效果图

图 5 是奥陌陌速度模拟效果图。由图可以看出，奥陌陌进入太阳系后一直在加速，即使在近日点之后，奥陌陌任然在加速。

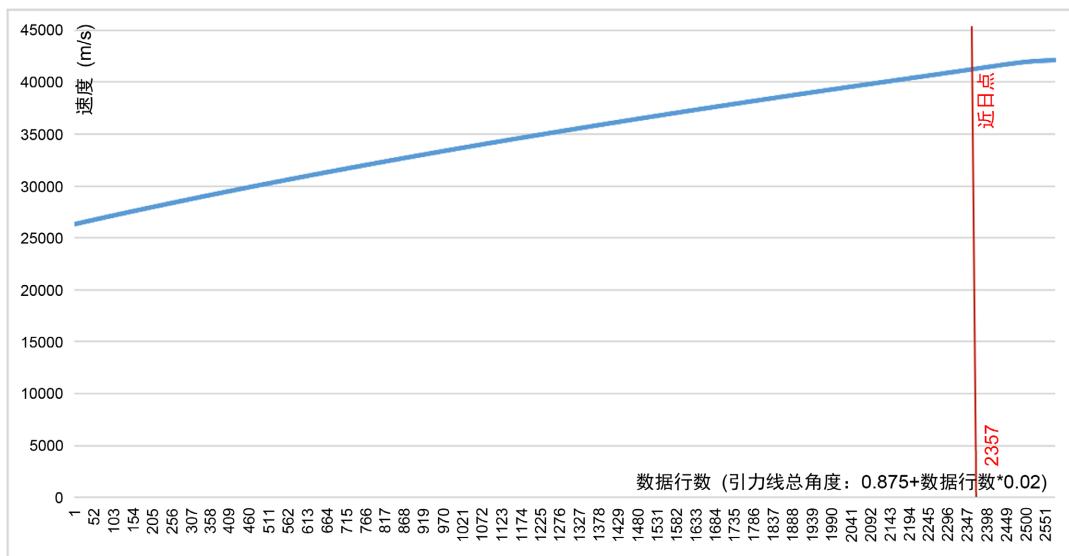


Figure 5. Oumuamua speed change curve

图 5. 奥陌陌速度变化曲线

图 6 是奥陌陌加速度变化模拟效果图，由图可以看出：奥陌陌在到达近日点之前，加速度在减小，接近近日点时加速度开始变大，过近日点之后，在 93° 会出现一个峰值，然后加速度减小，但是速度还在增加。

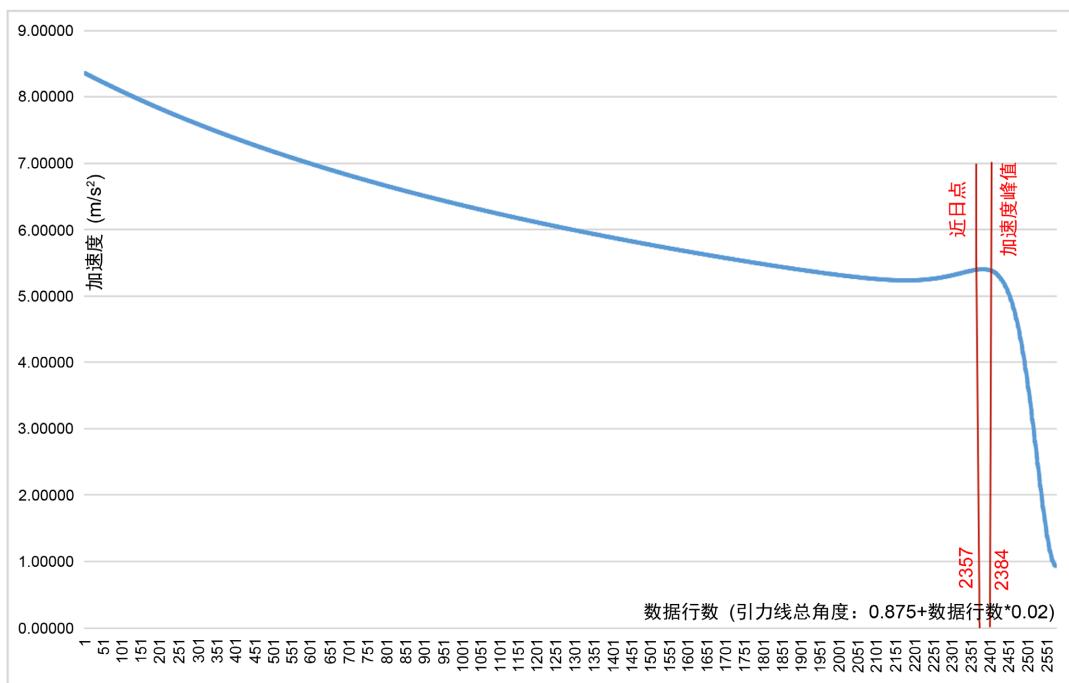


Figure 6. Oumuamua acceleration change curve

图 6. 奥陌陌加速度变化曲线

5. 讨论

奥陌陌轨道模拟过程中，综合位移需要进一步细化，由于没有奥陌陌很详细的观测资料，本文的模拟只能算是一个原理性模拟，与奥陌陌实际运行轨道会有一定出入。

6. 结论

物质由核子(中子和质子的统称)够成，核子发出引力子，在空间形成引力线，引力线以波的形式传播形成引力场，处在引力场中的核子与引力能量波共振吸收引力子形成引力。奥陌陌在太阳引力场中运行，受太阳引力线的作用，会产生垂直于太阳引力线方向的位移，当奥陌陌运行在两条太阳引力线中间时，受到前后两条引力子作用的位移和方向不一样，这两个位移垂直于物体运动方向的分量会影响奥陌陌的运行方向，平行于奥陌陌运动方向的分量会影响奥陌陌的运行速度。根据力矩作用原理，两条引力线产生的位移垂直于奥陌陌运动方向的分量的合力矩会使奥陌陌产生一个垂直于奥陌陌运动方向的位移。当奥陌陌刚进入太阳系时，其运动方向与太阳引力线的夹角很小，引力线使奥陌陌产生的位移会使奥陌陌向太阳偏转，随着奥陌陌与太阳距离的变化，其运动方向与引力线的夹角会逐渐变大，当奥陌陌运行到近日点时，奥陌陌运动方向与引力线夹角等于 90° ，随后随着奥陌陌的继续运行，奥陌陌运动方向与引力线夹角大于 90° ，奥陌陌的前后引力线对奥陌陌作用的合力矩产生的位移背向太阳方向，此时太阳的引力线对奥陌陌产生的作用不是引力，而是斥力。由于这个斥力的存在，奥陌陌运行轨道会加速偏离标准的双曲线轨道；速度上，奥陌陌刚进入太阳系后会逐渐加速，奥陌陌过近日点(奥陌陌运行方向与引力线夹角为 90°)后，奥陌陌速度还在迅速增加，奥陌陌运行方向和引力线夹角 93° 时，加速达到峰值，此后加速迅速下降，但是速度任然在缓慢增加。通过对奥陌陌运行轨道的模拟，可以看出：奥陌陌的轨道偏离和异常加速都是奥陌陌运行方向和太阳引力线夹角超过 90° 以后，受到太阳斥力的必然结果。

参考文献

- [1] Dybczyński, P.A. and Królikowska, M. (2017) On the Dynamical History of the Interstellar Object ‘Oumuamua? <https://doi.org/10.48550/arXiv.1711.06618>
- [2] Raymond, S.N., Armitage, P.J., Dimitri, V., et al. (2018) Implications of the Interstellar Object 1I/‘Oumuamua for Planetary Dynamics and Planetesimal Formation. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **476**, 3031-3038. <https://doi.org/10.1093/mnras/sty468>
- [3] 荀利军. 奥陌陌: 太阳系外的神秘访客[J]. 中国科技术语, 2017, 19(6): 79-80.
- [4] Loeb, A. (2018) Six Strange Facts about ‘Oumuamua.
- [5] Bialy, S. and Loeb, A. (2018) Could Solar Radiation Pressure Explain ‘Oumuamua’s Peculiar Acceleration. *The Astrophysical Journal Letters*, **868**, L1. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/aaeda8>
- [6] Sinraptor. 星际来客奥陌陌[J]. 小哥白尼: 趣味科学, 2018(6): 16-17.
- [7] 林落. 奥陌陌: 行星还是彗星? [J]. 科学新闻, 2018(7): 53-55.
- [8] Seligman, D., Laughlin, G. and Batygin, K. (2019) On the Anomalous Acceleration of 1I2017 U1 ‘Oumuamua. *The Astrophysical Journal Letters*, **876**, L26. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0bb5>
- [9] 倪春, 朱向东. “奥陌陌”外星飞行器[J]. 儿童故事画报, 2019(12): 18-19.
- [10] 瞿立建. 太阳系发现外星来客?——阿维·勒布访谈录[J]. 世界科学, 2019(6): 46-48.
- [11] 土星号. 来自外星文明的奥陌陌? [J]. 太空探索, 2019(1): 50-53.
- [12] Hoang, T. and Loeb, A. (2020) Destruction of Molecular Hydrogen Ice and Implications for 1I2017 U1 (‘Oumuamua). *The Astrophysical Journal Letters*, **899**, L23. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/abab0c>
- [13] Wilhelm, K. and Dwivedi, B. (2020) Anomalous Sun Flyby of 1I2017 U1 (‘Oumuamua). *Galaxies*, **8**, Article No. 83. <https://doi.org/10.3390/galaxies8040083>
- [14] Seligman, D. and Laughlin, G. (2020) Evidence That 1I2017 U1 (‘Oumuamua) Was Composed of Molecular Hydro-

- gen Ice. *The Astrophysical Journal Letters*, **896**, L8. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab963f>
- [15] 春泉. 天外来客奥陌陌我是谁[J]. 学与玩, 2020(4): 44-46.
- [16] 张唯诚. 奥陌陌的身份之谜[J]. 科学 24 小时, 2021(9): 24-26.
- [17] Team, O.I. (2023) The Natural History of ‘Oumuamua. *Nature Astronomy*.
- [18] 奥陌陌[EB/OL]. 百度百科.
https://baike.baidu.com/link?url=cLsx6iy5LqsMwiIS-8xPnw4l4vHmEkm5qlXdfsRE65jGnOXly_A-CaSwO7acagwiN_oXNlhdxhGRwQsf2g1Fy9LOwCeBwWprbLqmeNzUOfVt68jBZTLn-eDYUWv-JZnai, 2023-07-25.
- [19] 陈军利, 康耀辉. 引力、引力场和引力子[J]. 天文与天体物理, 2022, 10(1): 1-10.
- [20] 陈军利. 引力是如何产生的——引力线在偏转物体的运动方向[J]. 天文与天体物理, 2022, 10(2): 11-24.