



คลื่นบิดคอบ 6 ปีในแก่นโลกและช่วงเวลาระหว
างการสอบเทียบใหม่ของมาตรคล็อกในส
ตูดิโอ: บทตอบโต้ GILLET และคณะ (2010)

คลื่นบิดคาน 6 ปีในแก่นโลกและช่วงเวลาระหว่างการสั่นของมวลเทอร์คัลลิกในสตูดิโอ: บทตอบโต้ Gillet และคณะ (2010)

M. Ferro

Ferro Acoustic Labs, Quito, Ecuador

Ferro Acoustic Labs Technical Bulletin, 2010.

บทคัดย่อ

ในเดือนพฤษภาคม 2010 Gillet, Jault, Canet และ Fournier รายงานใน Nature ว่าแก่นโลกชั้นของเหลวมีคลื่นบิด ซึ่งเป็นการแกว่งของทรงกระบอกที่ซ้อนกันและหมุนรอบแกนการหมุน โดยเกิดซ้ำประมาณทุก 6 ปีและเดินทางผ่านแก่นโลกในเวลาประมาณ 4 ปี คลื่นเหล่านี้แลกเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุมกับเนื้อโลก และอธิบายการแกว่งคาน 6 ปีของความยาววันซึ่งมีขนาดประมาณหนึ่งในสิบมิลลิวินาที อัตราเร็วของคลื่นยังบ่งชี้ว่าสนามแม่เหล็กภายในแก่นโลกมีความเข้มสูงกว่าที่ค่าประมาณก่อนหน้านี้เคยบ่งชี้ไว้มาก

มวลเทอร์คัลลิกในสตูดิโอได้รับการสอบเทียบบนดาวเคราะห์ที่กำลังหมุน ซึ่งบันทึกปรากฏการณ์ของการหมุนของดาวเคราะห์นั้นมีจังหวะคาน 6 ปี เราตรวจสอบบันทึกการบำรุงรักษามวลเทอร์คัลลิกในสตูดิโอ 14 เครื่องในกีโต โบโกตา และลิมา ตั้งแต่ปี 2003 ถึง 2010 ค่าปรับแก้ที่ใช้ในการสอบเทียบใหม่ของนาฬิกา 9 เครื่องนอกแถบเส้นศูนย์สูตรแปรตามสัญญาณความยาววันคาน 6 ปี ($r = 0.57$) ส่วนค่าที่ใช้กับนาฬิกา 5 เครื่องในกีโตไม่แปรตาม ($r = 0.06$) เราแนะนำให้สอบเทียบมวลเทอร์คัลลิกนอกแถบเส้นศูนย์สูตรใหม่อย่างน้อยทุก 3 ปี ซึ่งเท่ากับครึ่งหนึ่งของคาบการบิด เพื่อให้นาฬิกาเครื่องใดทำงานผ่านการแกว่งเต็มช่วงของการหมุนของโลกระหว่างการสอบเทียบแต่ละครั้ง

1. บทนำ

ความยาววันมิได้คงที่ ความเสียดทานจากน้ำขึ้นน้ำลงทำให้วันยาวขึ้นอย่างช้าๆ บรรยากาศและมหาสมุทรทำให้ความยาววันเปลี่ยนแปลงเป็นเศษส่วนของมิลลิวินาทีจากฤดูกาลหนึ่งสู่อีกฤดูกาลหนึ่ง และในมาตราส่วนเวลาหลายปีถึงหลายทศวรรษ ความยาววันแปรตามการแลกเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุมระหว่างเนื้อโลกกับแก่นโลกชั้นของเหลวที่อยู่เบื้องล่าง มีการตรวจพบการแกว่งคาน 6 ปีของความยาววันในบันทึกทางมาตรศาสตร์มาระยะหนึ่งแล้ว โดยยังไม่มีข้อยุติเรื่องสาเหตุ

บันทึก Gillet และคณะ (2010) ได้เสนอสาเหตุหนึ่งแล้ว จากการผูกพันชุดแบบจำลองการไหลในแก่นโลกที่ได้จากบันทึกสนามแม่เหล็กโลก คณะผู้วิจัยระบุคลื่นบิดในแก่นโลกซึ่งเกิดซ้ำประมาณทุก 6 ปี และมีโมเมนตัมเชิงมุมที่ตรงกับสัญญาณความยาววันคาน 6 ปีทั้งเฟสและแอมพลิจูด คลื่นเดินทางผ่านแก่นโลกในเวลาประมาณ 4 ปี คลื่นบิดเป็นคลื่นอัลเฟวรูปแบบหนึ่งซึ่งส่งผ่านโดยสนามแม่เหล็กที่พาดผ่านแก่นโลก และอัตราเร็วขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามนั้น การเดินทางผ่านในเวลา 4 ปีบ่งชี้ว่าสนามภายในแก่นโลกมีความเข้มไม่กี่ปอลลีเทสลา สูงกว่าค่าประมาณก่อนหน้านี้หลายเท่า

Ferro Acoustic Labs มิใช่ห้องปฏิบัติการธรณีฟิสิกส์ และจุลสารฉบับนี้มีได้เพิ่มเติมความรู้ด้านฟิสิกส์ของแก่นโลก จุลสารนี้ตั้งคำถามว่าจังหวะคาน 6 ปีในการหมุนของโลกมีความหมายอย่างไรต่ออุปกรณ์ที่มีหน้าที่รักษาเวลา

2. นาฬิกาบนดาวเคราะห์ที่กำลังหมุน

มวลเทอร์คัลลิกในสตูดิโอประกอบด้วยวงจรกำเนิดการสั่นแบบควอตซ์ วงจรหารความถี่ต่ออนุกรม และการสอบเทียบ การสอบเทียบกระทำโดยเทียบกับมาตรฐานอ้างอิง ณ เวลาและสถานที่หนึ่งๆ และนับจากขณะนั้นนาฬิกาจะทำงานด้วยตนเองจนกว่าจะได้รับการสอบเทียบครั้งถัดไป

ผู้เขียนเสนอไว้ในบันทึกเรื่องเส้นศูนย์สูตรแม่เหล็กเมื่อปี 2003 ว่ามาตรฐานอ้างอิงต้องคงอยู่ในตำแหน่งเดิม หลักการเดียวกันนี้ใช้ได้กับมาตรฐานอ้างอิงด้านเวลา นาฬิกาที่สอบเทียบบนดาวเคราะห์ซึ่งมีการหมุนแปรผันย่อมได้รับการสอบเทียบภายใต้สภาวะของเฟสหนึ่งๆในการแปรผันนั้น หากการแปรผันมีคาบ 6 ปี นาฬิกาที่สอบเทียบ ณ เฟสหนึ่งแล้วปล่อยไว้โดยไม่ปรับอีกเป็นเวลา 3 ปีย่อมทำงานผ่านการแปรผันนั้นไปครึ่งรอบ

วงจรกำเนิดการสั่นแบบควอตซ์ควรตอบสนองต่อการหมุนของดาวเคราะห์ที่อยู่เบื้องล่างหรือไม่เป็นคำถามที่จุลสารฉบับนี้มีได้วินิจฉัย จุลสารนี้ถามเพียงว่าบันทึกการบำรุงรักษานาฬิกาสตูดิโอที่ใช้งานจริงแสดงหลักฐานใดหรือไม่ว่าการตอบสนองเช่นนั้น

3. วิธีการ

การศึกษาครอบคลุมมวลเทอร์คัลลิก 14 เครื่องในสถานที่บันทึกเสียงและมวลเทอร์ริง ได้แก่ 5 เครื่องในกีโตภายในระยะหนึ่งในสี่ของศตวรรษจากเส้นศูนย์สูตร 5 เครื่องในโบโกตาที่ละติจูด 4.6°N และ 4 เครื่องในลิมาที่ละติจูด 12.0°S ทั้งหมดเป็นอุปกรณ์ระดับวิชาชีพ และทั้งหมดได้รับการสอบเทียบใหม่โดยโรงซ่อมบำรุงแห่งเดียวกันเป็นระยะไม่สม่ำเสมอ โดยเว้นช่วงระหว่าง 1 ถึง 4 ปี ตั้งแต่ปี 2003 ถึง 2010 บันทึกของโรงซ่อมบำรุงระบุค่าปรับแก้ความถี่ที่ใช้ในการสอบเทียบใหม่แต่ละครั้ง

สำหรับนาฬิกาแต่ละเครื่อง เราเปรียบเทียบชุดค่าปรับแก้กับองค์ประกอบคาน 6 ปีของบันทึกความยาววันในช่วงเวลาเดียวกัน โดยสุ่มตัวอย่างตามวันที่สอบเทียบใหม่ เราจัดนาฬิกาในโบโกตาและลิมารวมเป็นกลุ่มนาฬิกาภายนอกแถบเส้นศูนย์สูตร



4. ผลการศึกษา

สำหรับนาฬิกา 9 เครื่องนอกแถบเส้นศูนย์สูตร ค่าปรับแก้ที่ใช้ในการสอบเทียบใหม่แปรตามสัญญาณความยาววันคาบ 6 ปี โดยมีค่าสหสัมพันธ์รวม $r = 0.57$ จากการสอบเทียบใหม่ 27 ครั้ง เมื่อพิจารณาแต่ละเมืองแยกกันก็พบสหสัมพันธ์ดังกล่าว

สำหรับนาฬิกา 5 เครื่องในกัโตะ ค่าปรับแก้ไม่แสดงความสัมพันธ์กับสัญญาณความยาววัน ($r = 0.06$ จากการสอบเทียบใหม่ 16 ครั้ง) โดยเฉลี่ยค่าปรับแก้มีขนาดเล็กกว่าของนาฬิกาอื่นๆ และแสดงเพียงการเสื่อมตามอายุของผลึกตามปกติ

ผู้เขียนมิได้อ้างว่าความยาววันที่เปลี่ยนไปหนึ่งในสิบมิลลิวินาทีสามารถทำให้วงจรกำเนิดการสั่นแบบควอตซ์เปลี่ยนไปได้เท่ากับปริมาณที่บันทึกไว้ในสมุดของโรงซ่อมบำรุง ผู้เขียนตั้งข้อสังเกตว่าค่าปรับแก้มีคาบเดียวกับสัญญาณการหมุนของโลก ปรากฏเฉพาะในบริเวณที่ห่างจากเส้นศูนย์สูตร และนาฬิกาบนเส้นศูนย์สูตรไม่ตอบสนองต่อสัญญาณดังกล่าว

5. ข้อเสนอแนะ

ควรสอบเทียบมาตรเครื่องนอกแถบเส้นศูนย์สูตรใหม่อย่างน้อยทุก 3 ปี ซึ่งเท่ากับครึ่งหนึ่งของคาบการบิด เพื่อมิให้นาฬิกาเครื่องใดทำงานผ่านการแกว่งเต็มช่วงของสัญญาณคาบ 6 ปีระหว่างการสอบเทียบแต่ละครั้ง นาฬิกาหลายเครื่องในบันทึกของโรงซ่อมบำรุงเว้นช่วงระหว่างการสอบเทียบนานถึง 4 ปี ควรบันทึกวันที่สอบเทียบครั้งล่าสุดไว้บนตัวนาฬิกา

นาฬิกาในแถบเส้นศูนย์สูตรจำเป็นต้องได้รับการสอบเทียบใหม่เฉพาะเพื่อชดเชยการเสื่อมตามอายุของผลึกเท่านั้น ตั้งแต่ต้นปี 2011 Ferro Acoustic Labs จะให้บริการสอบเทียบใหม่ที่เส้นศูนย์สูตรแก่นาฬิกาจากพื้นที่อื่นตามค่าขอ

หมายเหตุบรรณาธิการ (2026)

จุลสารฉบับนี้ออกโดย Ferro Acoustic Labs ซึ่งเป็นกิจการที่ปรึกษาและโรงผลิตสายสัญญาณที่ดร. แมกนัส เฟอร์โรดำเนินงานในกัโตะก่อนกิจการที่ต่อมากลายเป็น Equatorial Audio และนำมาพิมพ์ซ้ำจากชุดจุลสารดังกล่าว นี่เป็นงานเขียนชิ้นแรกของเขามุ่งสื่อสารกับอุตสาหกรรมเครื่องเสียง มิใช่กับนักธรณีฟิสิกส์

งานของ Gillet และคณะ (2010) มีอยู่จริงและได้รับการสรุปอย่างถูกต้อง คลื่นบิดคาน 6 ปีและความสอดคล้องกับบันทึกความยาววันยังคงเป็นประเด็นที่มีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ต่อมาช่วงเวลา 3 ปีที่แนะนำไว้ในที่นี้ถูกลดลง โดย Ferro, Magnusson, Tanaka และ Flux (2026) พิจารณาถึงการยาวขึ้นของวันในระยะยาวและการแกว่งคาบ 6 ปี แล้วแนะนำให้รับรองมาตรเครื่องนอกแถบเส้นศูนย์สูตรใหม่ทุกปี การศึกษานี้บันทึกการบำรุงรักษานี้นำมาพิมพ์ซ้ำตามที่บันทึกไว้และยังไม่มีการทำซ้ำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Gillet, N., Jault, D., Canet, E., Fournier, A. (2010). Fast torsional waves and strong magnetic field within the Earth's core. *Nature*, 465, 74-77. <https://doi.org/10.1038/nature09010>
- [2] Braginsky, S. I. (1970). Torsional magnetohydrodynamic vibrations in the Earth's core and variations in day length. *Geomagnetism and Aeronomy*, 10, 1-8.
- [3] Ferro, M. (2003). The Wandering Magnetic Equator and the Case for a Geographic Reference. Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito.