

Precise measurements of the cosmic ray proton energy spectrum in the “knee” region การวัดสเปกตรัมของรังสีคอสมิกชนิดโปรตอนที่มีความละเอียดสูงในย่านพลังงาน 0.15 – 12 PeV

Zhen Cao, the LHAASO Collaboration (including W. Mitthumsiri, P. Pattarakijwanich, D. Ruffolo and A. Sáiz),
Science Bulletin 70, 4173 (2025)

We report the high-purity identification of cosmic-ray (CR) protons and a precise measurement of their energy spectrum from 0.15 to 12 PeV using the Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO). Abundant event statistics, combined with the simultaneous detection of electrons/photons, muons, and Cherenkov light in air showers, enable spectroscopic measurements with statistical and systematic precision comparable to satellite data at lower energies. The proton spectrum shows significant hardening relative to low-energy extrapolations, culminating at 3 PeV, followed by sharp softening. This distinct spectral structure closely aligned with the knee in the all-particle spectrum points to the emergence of a new CR component at PeV energies that might be linked to the dozens of PeVatrons recently discovered by LHAASO, and offers crucial clues to the origin of Galactic cosmic rays.

เรารายงานผลการวัดลักษณะการกระจายตัวเชิงพลังงานของรังสีคอสมิกชนิดโปรตอนที่มีความแม่นยำสูง ในย่านพลังงาน 0.15 ถึง 12 PeV ด้วยอุปกรณ์ภาคพื้นดิน Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO) ด้วยข้อมูลปริมาณมาก และการวัดอนุภาคอิเล็กตรอน โฟตอน นิวตริโน และแสงเชอเรนคอฟ ที่มาถึงเครื่องวัดพร้อมกันช่วยให้เราระบุชนิดและพลังงานของโปรตอนได้อย่างแม่นยำเทียบเท่ากับการวัดด้วยเครื่องวัดในอวกาศที่พลังงานต่ำ สเปกตรัมของโปรตอนมีความแข็งขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเริ่มตั้งแต่ประมาณ 3 PeV แล้วจึงมีความอ่อนลงอย่างรวดเร็วที่พลังงานสูง ลักษณะพลังงานเช่นนี้สอดคล้องกับการที่ LHAASO เคยค้นพบแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาในย่าน PeV มาแล้วหลายแหล่ง ซึ่งจะเป็นข้อมูลช่วยที่สำคัญในการศึกษาต้นกำเนิดของรังสีคอสมิกภายในกาแล็กซีของเรา

