Method to measure muon content of extensive air showers with LHAASO KM2A-WCDA synergy
วิธีการใหม่ในการวัดมิวออนในรังสีคอสมิกโดยข้อมูลจาก LHAASO KM2A และ WCDA

Zhen Cao, the LHAASO Collaboration (including W. Mitthumsiri, P. Pattarakijwanich, D. Ruffolo and A. Sáiz),
Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A, Volume 1059, article id. 168958, February 2024

The measurement of shower muons on an event-by-event basis offers a potent tool for conducting ground-based experiments on gamma rays and cosmic rays due to its sensitivity to primary mass and interaction models. In recent years, underground water Cherenkov detectors as large-area muon counters provide the most powerful way of rejecting cosmic ray background when searching for TeV-PeV gamma rays and cosmic ray electrons, an unprecedented rejection power of 104 - 105 is achieved. Unburied water Cherenkov detectors are widely used in ground-based gamma astronomy experiments, e.g, Milagro, HAWC, LHAASO-WCDA, etc. However, due to the presence of electromagnetic components, their deployment as event-by-event muon counters has encountered considerable challenges. All the experiments mentioned above reconstruct lateral-distribution-function related parameters to tell a gamma from hadrons. In this work, we first developed a method to utilize the WCDA, to specify muon content in each shower with LHAASO KM2A-WCDA synergy and help LHAASO to gain approximately a 37,650-meter-square effective area as a muon counter.

การวัดอนุภาคมิวออนจากรังสีคอสมิกเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษารังสีแกมมาและรังสีคอสมิกเพราะเป็นกระบวนการที่ขึ้นกับมวลของรังสีคอสมิกปฐมภูมิและอันตรกิริยาที่เกี่ยวข้อง ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเครื่องวัดรังสีเชเรนคอฟแบบน้ำที่ถูกติดตั้งใต้ดินเพื่อวัดอนุภาคมิวออนเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการควบคุมรังสีคอสมิกพื้นหลังเพื่อศึกษารังสีแกมมาที่พลังงานช่วง TeV ถึง PeV หรือเพื่อศึกษาอิเลกตรอนในรังสีคอสมิก ในขณะเดียวกันเครื่องวัดรังสีเชเรนคอฟ ที่ติดตั้งบนผิวดิน (เช่นในการทดลอง Milagro, HAWC, LHAASO-WCDA) ก็โดนใช้อย่างแพร่หลายเพื่อศึกษารังสีแกมมา แต่วิธีนี้ใช้ศึกษามิวออนได้ไม่ดีนักเพราะว่ามีระดับรังสีพื้นหลังที่สูง ในงานชิ้นนี้เราพัฒนาวิธีใหม่ที่ใช้ข้อมูลจากสองอุปกรณ์หลักของ LHAASO คือ KM2A และ WCDA ร่วมกันเพื่อวัดอนุภาคมิวออน การใช้ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ร่วมกันนี้ ให้ผลเทียบเท่ากับพื้นที่ของเครื่องวัดมิวออนที่เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 37,650 ตารางเมตร

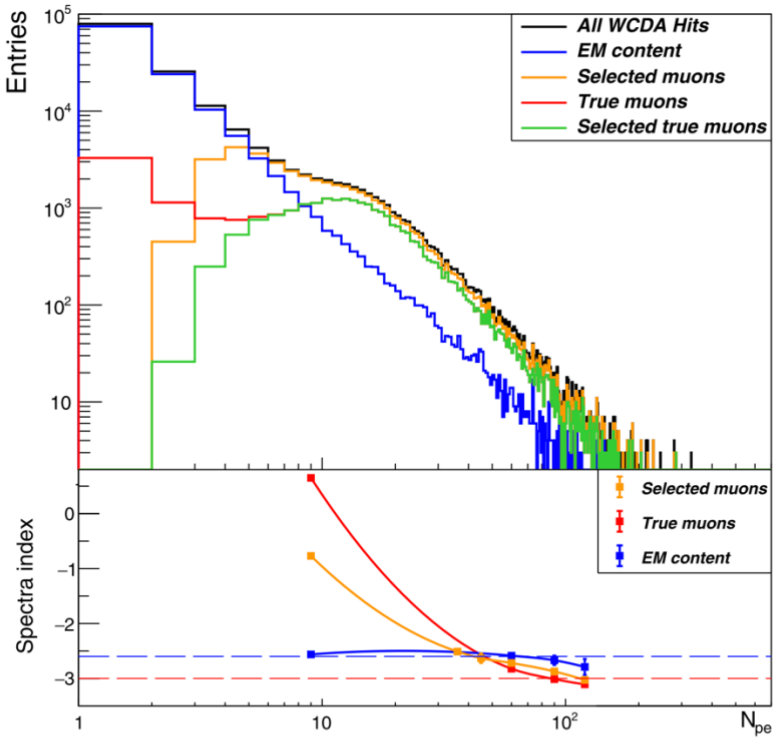

Fig. 7. The top panel displays the N_{pe} distribution from various content categories. The histograms illustrate the N_{pe} distribution for total hits (black), "EM content" (blue), "true muons" (red), "selected muons" (yellow), and events satisfying both conditions of "selected muons" and "true muons" (green). The bottom panel exhibits the power-law spectral indices of three components: "EM content" (blue), "true muons" (red), and "selected muons" (yellow). The reference power-law indices for the muon (red dashed line) and EM (blue dashed line) components are −3.0 and −2.6, respectively.