

文、攝影/鮑國全

層次分明階梯式的內壁
無數的次生撞擊小坑
壯觀的幅射紋系統
複雜的中央峰.....

月面之王者

哥白尼坑

COPERNICUS

圖1 農曆初九~初十時，便可以看見哥白尼撞擊坑。

約在8億年前某一天，月面上傳來一聲巨響，震撼了這個死寂的世界，隨之而來是一座巨大的撞擊坑出現於風暴洋上（圖1），這便是日後很多人都熟悉的哥白尼坑了（在現今的月圖上，哥白尼坑是位於島海）。哥白尼的直徑只有93公里，在芸芸的巨大坑群中只算是小弟弟吧，但它卻是少數能完美地展示了一座大型撞擊坑應有的特徵，包括層次分明階梯式的內壁、無數的次生撞擊小坑、壯觀的幅射紋系統和複雜的中央峰等等（圖6），擁有這一切的特色，無怪自古以來一直都是月球觀測者最喜愛和最讚嘆的月貌了。19世紀時的英國月球觀測權威艾爾格（T.G. Elger）先生特別稱譽哥白尼環形山是“月球上的王者”。

讀者們都會知道哥白尼是日心說的倡導者，哥白尼環形山的命名，背後原來是有一段非常有趣的故事。1651年，著名的義大利月球觀測家里喬利（J.B. Riccioli）發表了一份詳細的月球全圖，分別用地球的山脈和天文學家等的名字冠予月海、山脈和環形山，奠定了現今月球地貌命名系統的基礎。他本身是非常反對日心說的，對哥白尼沒有任何好感，因此在命名時只是隨意地在風暴洋內找了一座不起眼的環形山，冠上了哥白尼的名字，但他又怎會料想到，日後的哥白尼坑竟成了月面上的霸主，受人尊崇呢。

在近代月球撞擊坑形成的研究上，哥白尼坑曾肩負了很有意義的使命。著名的美國天文學家尤金·舒梅克（Eugene Shoemaker）先生就是利用哥

白尼坑及其周邊的地貌為研究對象，從而更深入理解撞擊坑的力學（Impact cratering mechanics）和月球地層學（Lunar stratigraphy）

這兩個研究範疇，確定了類地行星（包括月球、水星和火星等）上的很多地貌都是由外來天體撞擊而成。也許很多讀者都不清楚



圖2: 晨光第一線照亮了哥白尼的東外壁, 坑溝和山脊的結構非常明顯, 部份西面壁緣也被照亮了。

舒梅克是什麼人物，他就是與大衛·列維（David H. Levy）等一同發現舒梅克-列維九號彗星，其後這顆彗星分裂為21塊碎片，並於1994年7月16日分別撞向木星，讓人類首次目睹天外物體撞擊另一星體的過程。

讀者看過上文一些有關哥白尼坑的簡單介紹後，或許會有點兒想快些認識它的真貌，現在就讓我們開始哥白尼環形山觀賞之旅吧。

農曆初九~初十時段，當晨界線移近哥白尼環形山時，低斜的晨光照射在它的東緣外壁上，那些由濺射物造成的坑溝和山脊特別顯得凹凸分明，極富層次感，看來就像一幅天然的浮雕，極具立體感，如果用高倍觀看，更是震撼（圖2）。在哥白尼東面的島海盆地上，滿佈大小不一的細小坑洞，都是由來自哥白尼撞擊坑形成時所產生的濺射物造成的次生坑洞。它們有些排列成串珍珠、有些不規則地排列

或是聯結成群的排列等等，在低斜光照下，這些次生小坑特別耀眼。回首來看看哥白尼東坑緣上一幅扇貝形態的高聳結構哥白尼阿爾法（Copernicus Alpha），在晨光照射下，它投下了一片拱形的影子在階梯式的內壁上。細看哥白尼阿爾法，它看來就好像美國西部優勝美地國家公園的半圓丘（Half Dome, Yosemite National Park）。哥白尼阿爾法的下方不遠處有一座3公里直徑的小環形山哥白尼A（圖3），這是內坑壁

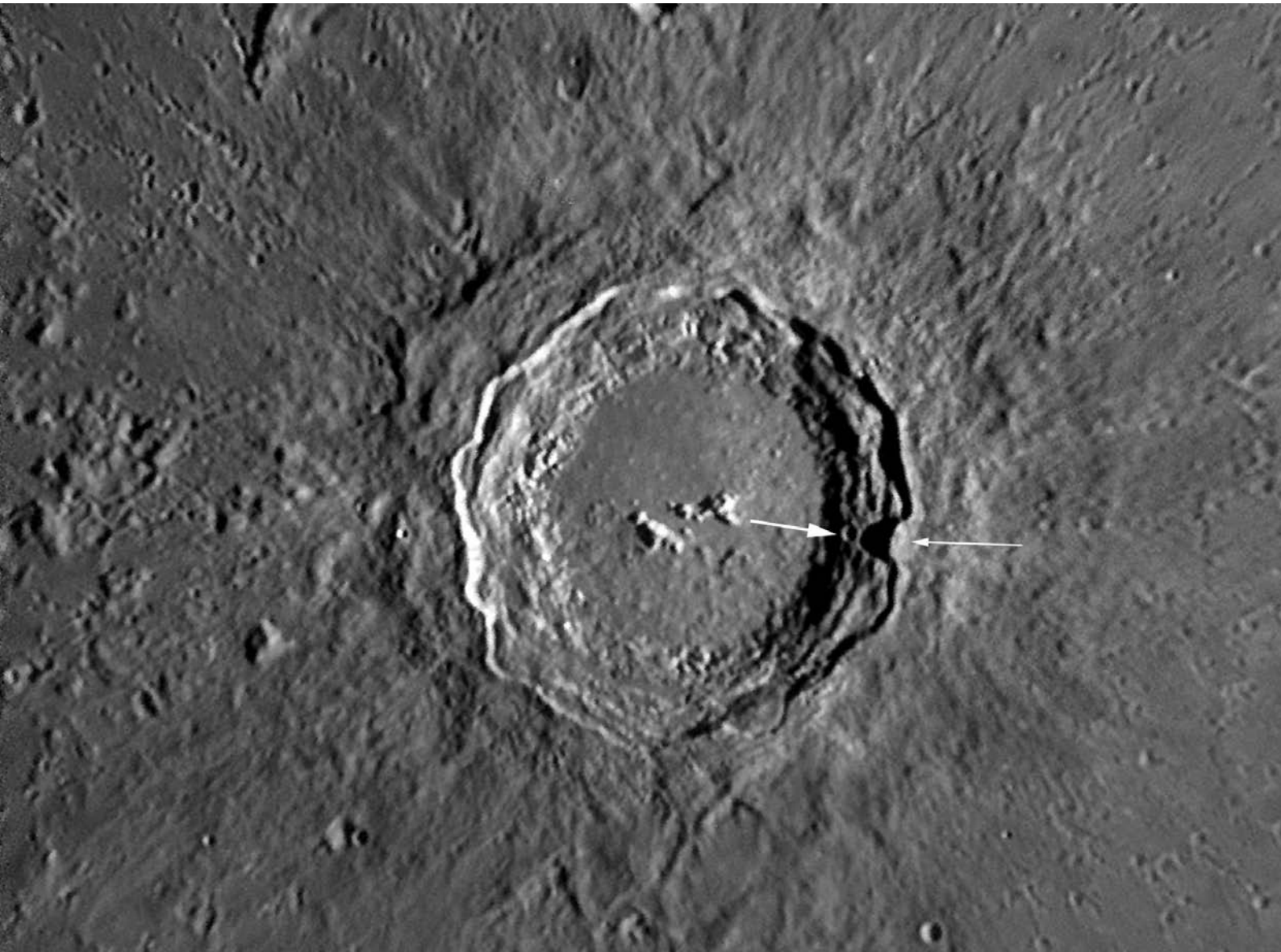


圖3: 哥白尼環形山的複雜結構一目了然，箭頭所指的是哥白尼阿爾法，其下方是哥白尼A（見大箭頭）。

中可見最大的一座坑洞，小口徑望遠鏡較難辨別出來。隨著太陽慢慢爬升，這時西坑緣也被照亮成一線殘缺不全的彎月形，逐漸西面的內壁顯現了，坑底還是漆黑一片。沒多久可見到坑底上有幾顆光點閃爍著，這些都是哥白尼的中央峰的峰頂受到陽光照射下的景象，而整片西緣內壁的階梯式結構都完全顯露在眼前（圖4）。當太陽不斷爬升至較高的位置時，坑底的漆黑部份也越來越少了，幾座中央峰的面貌已清楚可見，而它們投在坑底的影子也越來越短了，整個環形山的複雜結構也漸漸一目了然（圖3）。東內壁的台階結構比西內壁的較為完美；坑底的南部比較崎嶇不平，北部則較為平滑一些。隨著早晨的晚段時間來臨，哥白尼西面盆地的凹凸不平地貌亦逐漸顯現了。當太陽已升至最高位置時，雪白無瑕，如絲狀般的幅射紋從哥白尼坑的外緣向四周散射（圖5），壯觀之勢令人看得目定口呆，頻頻發出驚嘆的喝采聲。留意觀看，南北兩方的幅射紋形態是截然不同的。滿月過後，當昏界線臨近哥白尼坑時，上述的情景又再重演，只是這次是倒轉播放了，一切的地貌都隨著太陽的西沉而慢慢消失於黑夜中。

細心觀測哥白尼時，會發覺它的外型並不是圓形的，而是呈多邊形，一些觀測者說是六角形，一些說是八



圖4: 中央峰峰頂被照亮, 看來像光點在暗黑的坑底閃耀著, 西內壁也全被照亮了。

角形，不知讀者們的觀測結果是怎樣呢？在坑底上，很明顯看到3座中央峰，大約是依東西方向排列，最高的山峰高約1公里。美國的月球行星科學家伍德博士（Dr. Charles Wood）在一項研究中，發現環形山的直徑與中央峰高度是有相互關係的，以有93公里直徑的環形山來說，中央峰的高度應有2000公尺，

可是哥白尼中央峰高度比理論值少了1公里。另外哥白尼坑的理論深度應是4.4公里，但實際量度的數值只有3.7公里，同樣也是短少了0.7公里。這樣的高度差別，會是什麼因由造成呢？伍博士推想是哥白尼形成後曾受火山活動影響而有所改變，令坑底被一些充填物質堆高了，可惜這個推論並不

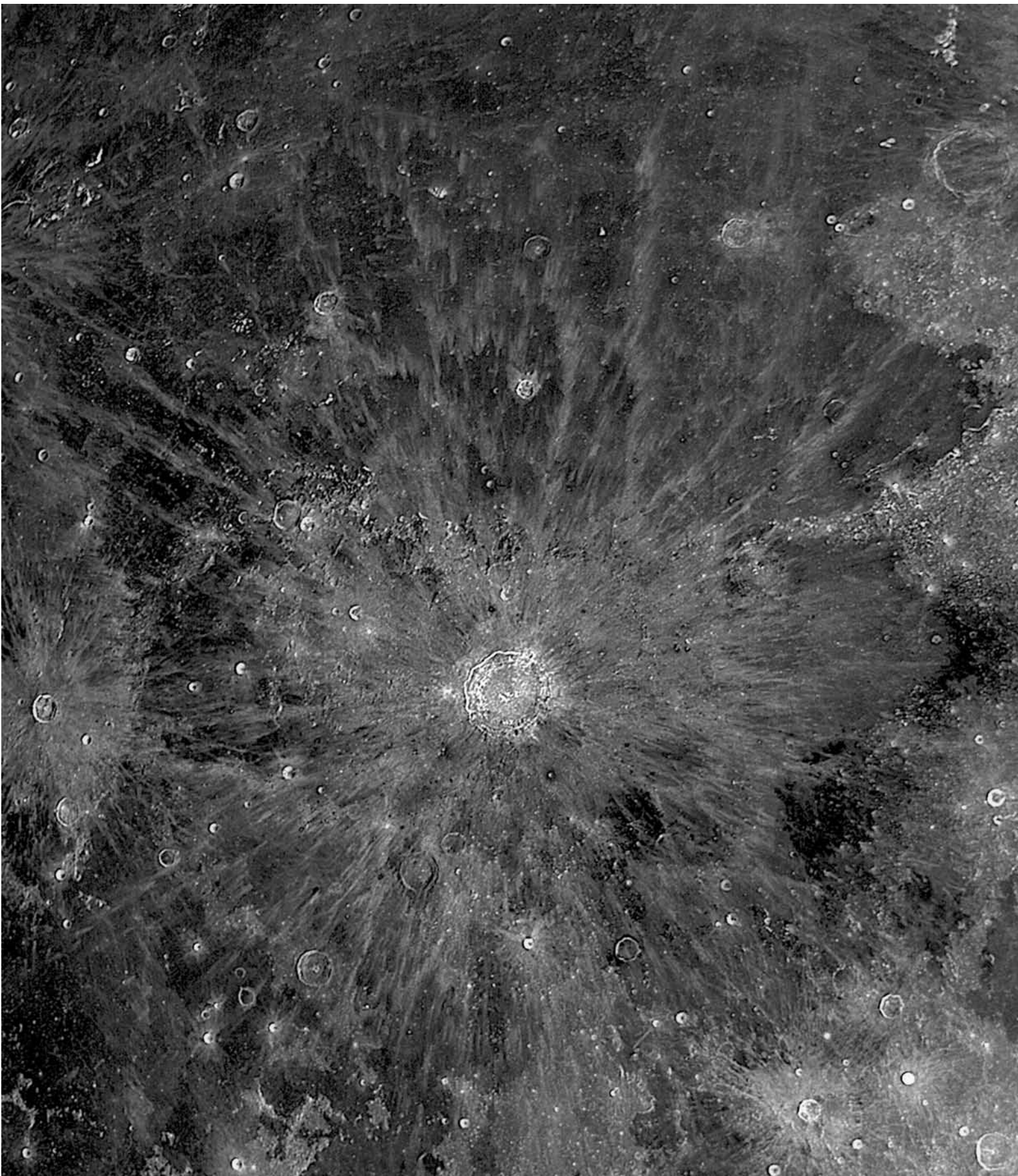


圖5: 哥白尼壯觀的幅射紋系統

為其他科學家所接納。

在哥白尼坑的南方不遠處有一座類似鑰匙孔的有趣小型撞擊坑，它的名字是福特（Fauth），闊約12公里。如果留意觀測，它實際是由兩個小撞擊坑溶合而成的，位於較南方的叫福特A，很可能是哥白尼形成時所造成的次生坑洞。

將視線由哥白尼的南方轉向北面時，會被一座遼闊的山脈所吸引，它的名字是喀爾巴仟山脈（Montes Carpatus），是由幾座山峰組成的，成了兩海南面的邊界。在山脈的東南端腳下是一座寬約26公里的蓋-呂薩克環形山（Gay-Lussac），在其西南方是一段40公里的蓋-呂薩克線形月溪；而在南面不遠處是一座有黑暈圍

繞的小坑蓋-呂薩克N，這些黑暈其實是一些暗黑物質，是撞擊坑形成時，將埋於底部的玄武岩溶岩帶到表面，並沉積在坑的周邊。在哥白尼東南方的哥白尼H也屬於這種名為黑暈撞擊坑的類別（圖6）。

鮑國全：業餘天文愛好者，
《月球攝影觀測圖冊》作者

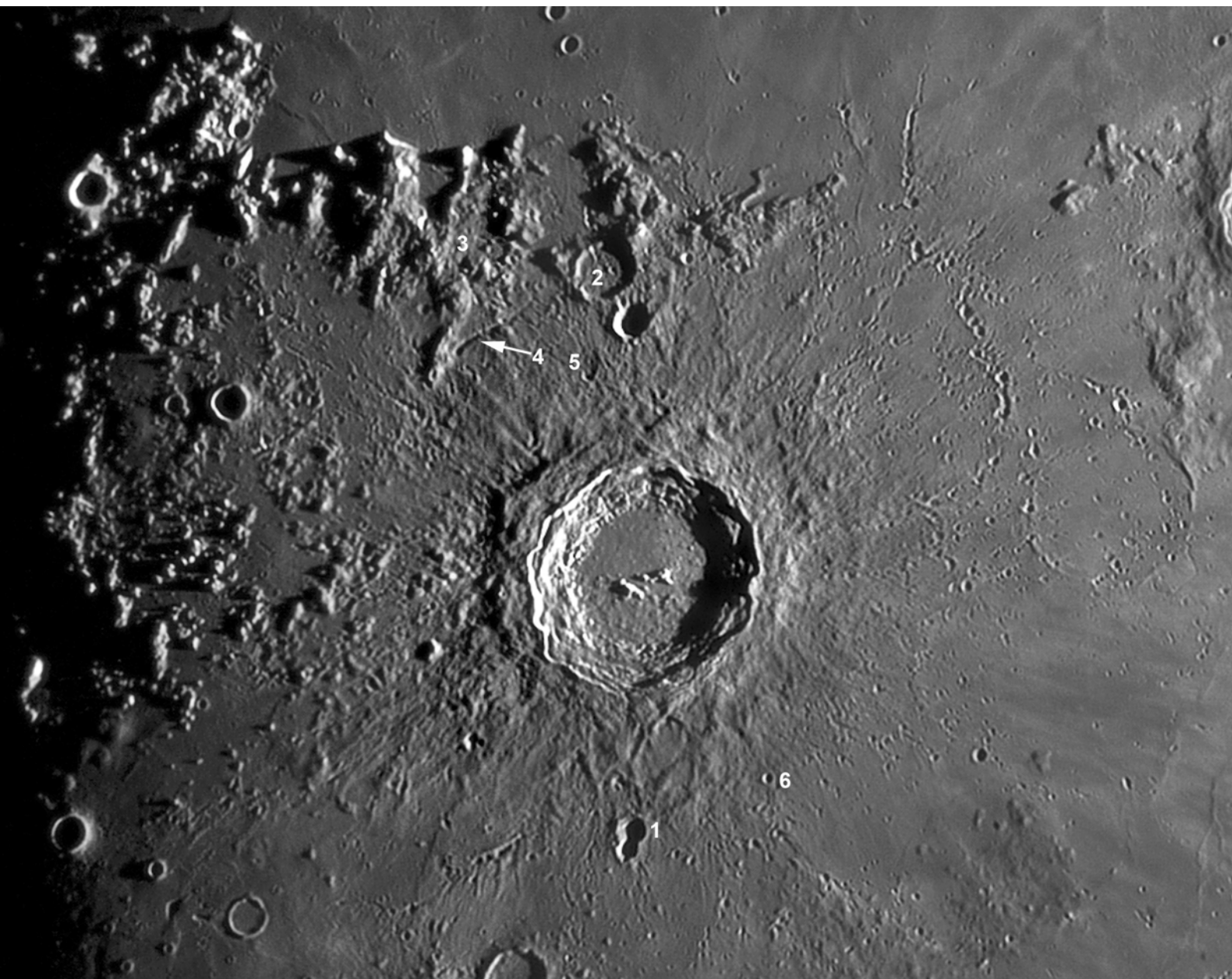


圖6：哥白尼環形山擁有一座大型撞擊坑應有的特徵；其東面佈滿了次生撞擊坑，西面地勢凹凸不平。圖片內的數字是其鄰近地貌名稱代號。1：福特，2：蓋-呂薩克，3：喀爾巴仟山脈，4：蓋-呂薩克線形月溪，5：蓋-呂薩克N，6：哥白尼H