

杭州複向斜區的構造發育史

吳 磊 伯

杭州複向斜區的構造發育史

吳嘉伯

中國東南海岸，一般認為是下降海岸，而中國北部海岸，則常認為是上升海岸，姑無論海岸升降的真正性質如何，其轉捩點在杭州灣一帶。因此，杭州附近地質，對於了解中國濱海區域構造是有很大的意義的。

考杭州一帶在大地構造上，為一顯著的複向斜，這是長久以來一般公認的「杭州複向斜」，循東北—西南方向伸展於杭州、上饒與吉安一綫。其東南與所謂「閩浙太平洋褶皺帶」鄰接。而杭州西湖以西山地則屬於複向斜東北端的軸部區域。

此項走向東北的褶皺，在浙江西北部非常顯著，自前寒武紀的變質岩系直至二疊紀以上地層，皆循東北—西南方向分佈，在複向斜控制區內反覆褶皺，且有同一走向的逆斷層相伴而生。在杭州近郊，所述向斜兩翼由泥盆系炭紀的千里崗砂岩組成，其西北翼自北高峰經過天竺山至五雲山，其西南翼地勢頗低，掠過鳳凰山玉皇山一綫以東。其他如飛來峰、南高峰、及玉皇山等，各為小型向斜構造，由石炭二疊紀的黃龍灰岩、船山灰岩及棲霞灰岩等組成，位於千里崗砂岩之上，褶軸都指向東北—西南。這一種褶皺構造，雖為古生代以來歷次地殼運動所加強，但主要起源於加里東運動，所以杭州複向斜組成了中國東南部加里東褶皺帶的一部份。就構造軸向說來，它相當於李希霍芬及龐培萊所稱的「震旦方向」，不過這個名詞，由於含義比較籠統，且「震旦」一詞早已用於表示中國古生代初期的地層系統，在構造地質學中久已不予採用。這一類構造，後來經李四光教授系統的進行研究，訂立了「華夏式構造」；由於軸向的差別，有所謂古華夏式、中華夏式及新華夏式之分。杭州複向斜在褶皺軸向上應與古華夏式構造相當。

關於杭州地區的地質構造，並不僅限於走向東北—西南的複向斜一項單元，像很久以來人們所認識的那樣。在詳細研究以後，發現在杭州複向斜的「基礎」上，還存在著山字型構造及平行於閩浙海岸的逆斷層等，這是本文準備報導的一些項目。

提到山字型構造，大家都知道，是李氏大地構造理論的一項重要部份。山字型構造係弧形構造的一種²，乃地殼表層滑動的結果；換一句話說，它是地殼表層因扭動或水平差異運動而造成的一種構造型式。山字型構造一般由前面弧、反射弧及脊柱三部分組成，~~其~~經由褶皺和逆斷層表現出來。前面弧向南凸出，其兩翼各向東北和西北延伸，逐漸變更走向，而各成一反射弧。前面弧弧頂之北，每有一條南北走向的穹起地帶，這叫做脊柱。在弧頂區域，因斷層破裂頻繁，常有火成岩體出現。而弧頂與脊柱之間，屬於應力中和地帶，在地形上多形成拗陷區域。此項構造型式的生成，可以引用材料力學中橫梁彎曲的原理加以解釋。像山字型一樣的弧形構造，在中國已經確定了十六個的存在，杭州的山字型構造——臨安山字型，應該說是其中規模最小的一個，東翼和西翼間的最大距離不過五十餘公里，由弧頂至脊柱北端尚不及二十公里。

臨安山字型的弧頂，位於杭州西南約十五公里的凌家橋，沿石龍山、西山及白岩山等山嶺，有五條逆斷層，出現於泥盆系炭紀的千里崗砂岩及石炭二疊紀的「飛來峰石灰岩」（包括黃龍灰岩、船山灰岩及棲霞灰岩）區域，常見千里崗砂岩在~~其~~飛來峰灰岩之上。自凌家橋循山字型西翼前行，逆斷層的走向逐漸由東西向變為西北~~北~~，且~~其~~一系列之橫斷層所錯動。至臨安穆家橋附近，逆斷層的趨勢又由西北向變為東西向，就是說，~~其~~一個完整的西翼反射弧。閑林埠、唐家塢及施家園等地山嶺都屬於山字型西翼展佈的範圍。在閑林埠及穆家橋一帶，西北走向的逆斷層，同時穿於千里

崗砂岩及奧陶地層中，實相當顯著。凌家橋以東，千里崗砂岩組成的少數孤立邱陵，大體循東北向分佈，往東前行，已達錢塘江河谷。在這裏值得注意的是臨安山字型東翼在形勢上不如西翼那樣完整，不過杭州以南錢塘江流向的彎轉情況，正像為東翼刻劃了顯明的輪廓。而蕭山附近，湘湖兩岸的山嶺，由千里崗砂岩而成，山嶺延伸的方向，砂岩層的走向以及其中逆斷層的走向都呈北 40° — 50° 東的趨勢，至蕭山東北的長山，逐漸變成東西走向，彎轉的情形也非常清楚。由於臨安山字型東翼可能是重疊在一個沉降區域，因此和西翼比較起來，它就顯得削弱了。

至於臨安山字型的脊柱，係由五條南北走向的逆斷層所代表，伸展於杭州天竺山及五雲山一帶，穿插在千里崗砂岩中。脊柱之南正對凌家橋弧頂區域，脊柱的北端，在北高峯及美人峯，被一東北東向的扭斷帶所割切。

從以上所述事實，確切的證實了臨安山字型構造的存在。至於臨安山字型生成時期，根據「構造干涉現象」加以分析，其起源當在二疊紀以後，在侏羅紀及白堊紀火山岩噴發以前，應已大體完成。

在杭州複向斜區，還有「平行海岸逆斷層」及其相關的扭破裂。顧名思義，它們與閩浙海岸的構造是密切聯系的。這一類逆斷層走向北 20° — 30° 東，在構造方向上及構造性質上，與走向北 40° — 50° 東的褶皺截然不同，應予以明確劃分才對。

杭州西湖以南，走向北 20° — 30° 東的逆斷層有三條：其一循南高峰之東坡，在青城山露出的千里崗砂岩往西北逆掩於船山灰岩之上；其二伸展於玉皇山與九曜山之間，黃龍灰岩自東南逆掩於棲霞灰岩之上；其三沿鳳凰山與將台山一帶，千里崗砂岩從東南往西北逆掩於棲霞灰岩之上。此類逆斷層，在餘杭臨安境內屢見不鮮。概括起來，它有下列幾個特點：（1）斷層走向大體與浙江福建的海岸線平行，就是說它是「邊緣褶皺」的產物；（2）斷層面大多往東南傾斜，斷面傾角在 45° 以上，係一種「陡角斷層」；（3）常穿插於臨安山字型構造中，其發生時期顯然較山字型為晚；（4）除了常被走向北 60° — 70° 西的橫斷層所割切外，此項逆斷層另與走向北 65° — 75° 東及北 10° — 25° 西兩組斷層伴生，關係至為密切。

從近年來觀察的事實，所述走向北 65° — 75° 東，北 10° — 25° 西及北 20° — 30° 東三組斷層，在中國東南部構造發育史上，都具有很重要的意義。在杭州複向斜區，北 65° — 75° 東一組更為顯著，每使岩層發生水平的錯動，甚至因扭動作用之影響，岩層面的方位多與斷層面趨於一致。由杭州經餘杭至臨安一線，實一北 70° 東走向的大斷層帶，千里崗砂岩及其下的岩層皆經激烈變動，北高峯斷岩屬於大斷層帶的一部分。既存的構造如北 50° 東的褶皺系及臨安山字型構造成份等，每當接近這一斷層帶時，岩層的方位莫不立即改變，以致原來構造消滅不顯。西湖以北葛嶺一帶山嶺，大體沿北 70° 東方向伸展，由中生代火山岩類組成，火山岩中節理及小斷層繁多，有北 70° 東，北 10° — 20° 西及北 20° — 30° 東等組，前一組更為顯著，裂面上常示光滑之狀，且具平緩的擦痕。在構造位置上，葛嶺與北高峯屬於同一北 70° 東向斷裂帶，因此本區火山岩之發生，按理係循此組裂隙噴發的結果。

走向北 10° — 25° 西的斷層，在杭州附近，一般沒有走向北 70° 東的斷層那樣發達，後者常被前者所切，但虎跑與玉皇山之間的缺口，則無疑為一顯著的北北西向斷層，千里崗砂岩至此發生扭轉，可稱為「虎跑斷層」。無論這兩組斷層發育的差別程度如何，總之，許多事實證明它們都是扭力作用的結果。其夾角的等分綫作北 20° — 30° 東的走向，即與「平行海岸逆斷層」的走向趨近一致。因此可以這樣推斷：北 65° — 75° 東及北 10° — 25° 西這兩組斷層在構造系統上屬於「平行海岸逆斷層」的範疇，換言之，它們刻劃着新華夏式構造在平面上的一對X破裂面；也有許多事實說明這一種推斷是合理的與妥當的。不過，破裂面的方位相同，其構造的意義不一定相同，單從構造要素的幾何位置關係，有時並不能得到符合實際的解釋。因此，只有抱着科學的態度，根據科學的方法，進行審慎的觀察、分析與綜合作，才可能作出初步的結論。

以上所述的構造現象，對於濱海區域地形的發育乃至海岸的生成，可以說是具有控制作用的。譬

如西湖的四周，事實上分別為北 65° — 75° 東，北 10° — 25° 西及 20° — 30° 東三組斷層或其延長綫所控制，這就不能不令人推想：它的成因應導源於構造的陷落。當然，不管杭州灣或西湖的成因，地文發展的因素，如前人所指出的，也不應加以忽略。而杭州灣在構造位置上位於臨安—餘杭—杭州一綫走向北 70° 東的大斷裂帶，因此，似乎沒有多少疑問，其生成還應與這一大斷裂帶的活動有關。

杭州灣以北，江蘇山東等省境內，北 10° — 25° 西的巨型破裂非常顯著，許多湖泊（如高郵湖、洪澤湖、微山湖、獨山湖及東平湖等）一系相連，沿北北西的方向延伸不已。又蘇魯邊境的地震帶，也作北 20° 西的走向，這些事實，說明北 10° — 25° 西一組破裂不僅是廣泛地存在，而且對於所謂「新地質構造運動」是起了多麼大的作用。走向北 20° — 30° 東的斷層，具有同樣的情況，在杭州灣以南，浙江及福建的海岸就是這一組斷層控制的結果，其他可不必具論。

浙江北部火山岩的噴發方式，包括裂縫噴發及面積噴發，皆受「平行海岸逆斷層」及有關的兩組扭破裂所約制，其成裂縫噴發的火山岩體，有時走向北 20° — 30° 東，有時走向北 65° — 75° 東或 10° — 25° 西，又有時火山岩一段走向北 20° — 30° 東，相鄰接的一段走向北 65° — 75° 東，於是外觀上呈北 50° 東左右的方向。這種情形，從火山岩與圍岩的接觸關係，可以得到證明。其成面積噴發的火山岩體，露頭四周分別有走向北 20° — 30° 東及北 65° — 75° 東的凝灰岩及火山角礫岩分佈，沿這些裂縫噴發的火山岩，最後衍成一片不規則的塊體，亦常見的現象。不僅火山岩的噴發，即花崗岩一類侵入體的發生，與平行海岸的褶皺運動實有密切關係，如福建區花崗岩的分佈，據稱大體平行於海岸綫。沿海各地溫泉的逸出，如福州的溫泉，則導源於這一些裂隙，而廈門金門列島的構造，顯然受了「平行海岸褶皺」的影響。中國東南部，若干金屬礦床的生成，與走向北北東的構造單元，關係亦非常密切。這裏所敘述的已經涉及到所謂「閩浙太平洋褶皺帶」。

由此可見，杭州複向斜區的構造歷史相當複雜，不僅有加里東褶皺帶的存在，而且後來又受了幾幕地殼運動的顯著作用，以致在走向北 50° 東的加里東褶皺的基礎上，產生了山字型構造及平行海岸的邊緣逆斷層等。在同一地區既有幾種構造單元存在，那麼它們彼此之間的關係如何？構造發育的歷史怎樣？這是不能不慎重考慮的問題。關於探討區域構造演變的歷史，有許多方法可以遵循，譬如：第一，古地理分析法，即從古地理區的分佈與變遷，追索各地質時期中構造單元發育的程序和趨向；第二，構造複合分析法，即在某一地區之內，根據不同構造成分依次干擾的方式，以推測各項構造單元發育的先後程序。由於地質條件的關係，對於杭州複向斜區的構造發育史，就現在所知道的，最好是採用構造複合分析的方法。利用這一種方法，杭州附近複向斜區的構造發育史，可簡單綜合如下：

(1) 走向北 50° 東的褶皺發生最早，自奧陶紀以下的變質岩，往上至二疊紀地層，大體作東北—西南方向的分佈，且反覆褶皺，褶軸也走向北 50° 東，即與岩層分佈的方向一致。此項東北向的褶皺，時為臨安山字型構造及「平行海岸逆斷層」等所穿插，岩層原來的走向以及構造方位，雖歷經干擾與變動，然東北向褶皺的輪廓大體仍存在，且常見東北向的小型褶皺，潛伏於晚期構造之中，不過大多殘缺不全而已。東北向褶皺雖自古生代以來為歷次地殼運動所加強，實起源於加里東運動，因此又稱為加里東褶皺。

(2) 在走向北 50° 東的褶皺基礎上，有臨安山字型構造發生，展佈於杭州、餘杭、臨安、富陽及蕭山等縣境內。弧頂在杭州西南約十五公里的凌家橋，脊柱位於杭州西南天馬山、天竺山及五雲山一帶。在山字型構造控制區域內，所有奧陶紀以上、中山代火山岩系以下的地層，都受到山字型構造成分的影響，同一逆斷層或穿過同時期的岩層，或穿過不同時期的岩層，在構造位置上都具有連續的性質。由構造干擾的情形推測，山字型構造的發展不晚於北 50° 東的褶皺為晚，而早於「平行海岸逆斷層」及有關的北 65° — 75° 東，北 10° — 25° 西兩組破裂。臨安山字型西翼，有時被中生代火山岩所突破，再由地層受影響的情形推測，臨安山字型構造，當在二疊紀以後，至侏羅紀白堊紀火山岩噴發以前已基本完成。

(3) 平行海岸逆斷層，係邊緣褶皺的結果，斷層綫與閩浙海岸平行，斷層面向東南傾斜，概屬於「陡角斷層」。自奧陶紀以下的變質岩系，往上至中生代的火山岩系，皆受此類斷層的影響。它與走向北 65° — 75° 東及北 10° — 25° 西兩組破裂，生成的關係至為密切，這兩組破裂的夾角等分綫，也作北 20° — 30° 東走向，即與「平行海岸逆斷層」的走向趨於一致。同一斷層或同一破裂，時穿於不同時期的岩層中，從構造干擾的情況推測，此一系構造的發生較東北向褶皺以及臨安山字型構造為晚。由於它是控制中生代火山岩噴發的構造因素，其生成應在侏羅紀白堊紀，這就是說主要在燕山運動時期造成的。這一系構造關係到近代海岸的形成與昇降變化，無疑是中國東南部新地質構造運動的一項重要因素。

