

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

中國水文地質分區的初步研究

陳夢熊

(地質部水文地質工程地質局)

前言

近年來我國水文地質工作有了很大發展；爲了進一步使水文地質科學充分滿足迅速發展的國民經濟的需要，那麼對於我國地下水規律性的研究，就愈益顯得重要。解放來蘇聯專家魯薩諾夫和克雷洛夫教授曾經對中國水文地質分區問題提出了許多寶貴意見*，對於我國地下水規律性的研究，指出了正確方向。地質部水文地質局於1955年開始進行了中國水文地質分區問題的研究，並着手編製比例尺三百萬分之一的中國水文地質分區圖。作者亦爲該項工作參加者之一。1956年春季，中國地質學會徵求參加國際地質會議論文，作者匆匆草就此文應徵。擬稿時除充分利用了水文地質局編圖同志所搜集的資料外，並參考了克雷洛夫和魯薩諾夫專家的有關著作*。當時因限定論文字數，全稿僅爲節要性質，對於大區劃分原則未能進行詳細討論，對於各副區水文地質特徵，也未能加以詳細描述。最近地質學會擬將去年爲國際地質會議所收集的論文予以發表，作者因限於時間無暇對此文進行補充修改，而實際上一年來已有許多新資料，因此有許多地方是不很妥當的。好在此文僅供同志參考，以便展開討論，所以內容自然是不成熟的。水文地質局所編中國水文地質分區圖及其說明書，最近亦大致完稿，不久可望出版。本文內容與該圖最後成果並不完全一致，因此除簡單作如上說明外，尙希讀者多多指教。

1957年3月補記

一. 中國水文地質條件的特質

地下水最基本的分類，一般劃分爲：(1)潛水，與(2)自流水。潛水的分佈規律主要決定於自然地理條件，特別是氣候、地形和地表逕流。而自流水的形成，首先決定於地質構造。由於兩者的形成條件不同，因此關於潛水與自流水的區域劃分，一般不得不分別來考慮。

著名俄國學者道庫恰耶夫於十九世紀末創立了關於各種自然現象的緯度分帶規律，以後許多著名的蘇聯學者又把這一學說推廣到潛水的研究方面，而且認爲潛水的分佈同樣具有緯度分帶的性質。

中國在亞洲東部佔有整個緯度氣候帶的廣大面積，但由於特殊的地理環境與地形條件，特別是山嶺與海洋所起的重要影響，造成中國複雜的水文地質條件，使緯度分帶現象大爲模糊。例如中國東部的氣候條件，主要受海洋季風的控制，又由於興安嶺、太行山等近南北方向展佈的山脈，阻擋了季候風的西進，而形成反常的經度分帶現象。中

* 參閱克雷洛夫“關於編製中國水文地質分區圖工作計劃的理論根據”(“蘇聯水文地質工程地質專家報告”，地質出版社，1955年出版)，魯薩諾夫“關於中國區域水文地質條件的資料”(未出版稿)。

國西部的高山,例如天山、祁連山以及整個西藏高原,潛水的緯度分帶規律,又顯然被各種不同高程所表現的地理景觀的垂直分帶所控制。

應當指出,中國大地構造所表現的特性,為決定各個地區不同自然地理條件的重要因素之一。例如橫亘中國中部的秦嶺東西褶皺帶,不論在自然地理條件方面,或地層系統方面,均構成中國南北兩部的天然分界。中國北部由祁呂山系所構成的弧形構造,又成為西北乾旱氣候的天然屏障。東南海岸由具有強烈後期運動的加里東褶皺所構成的華夏古陸,其構造方向正與東南海岸線一致,不論在氣候條件方面、水系分佈方面、地形條件方面以及岩石性質方面,均形成一獨立單元。中國西部主要受喜馬拉雅運動所構成的西藏高原,更加突出的形成一獨立的自然區域。

以上列舉數例,足以說明中國地質構造的特質,不僅對於中國自然區域的劃分具有密切關係,而且各構造單元往往與自然區域彼此吻合。因此,中國的地下水,包括潛水與自流水,就完全有可能進行綜合性的區域劃分。

二. 地下水區域劃分的商榷

從水文地質觀點,結合自然條件與構造特點,可考慮把中國劃分為三個大單元:(1)中國北部陸台¹⁾, (2)中國南部陸台*, 以及(3)由喜馬拉雅褶皺帶(喜馬拉雅山系)、海西褶皺帶(崑崙山系與南山山系)及其中間地塊所組成的西藏高原。

中國北部及南部陸台以秦嶺地軸或地槽相的秦嶺褶皺帶為界。秦嶺以北年降雨量小於 750 毫米,並逐漸過渡到典型的內陸乾旱氣候帶。河流主要屬黃河水系、松遼水系和內流水系。秦嶺以南降雨量突然增加,並逐漸過渡到十分潮濕的熱帶氣候。河流主要屬長江水系與珠江水系。由此可見,中國南北緯度分帶現象仍甚顯著,雖然在極複雜的地形條件下,但潛水的分佈仍處處受到緯度分帶的影響。但佔有廣大面積的西藏高原,平均海拔 4000 米以上,氣候乾燥寒冷,破壞了緯度分帶規律,形成苔原及冰漠。因此它與中國東部完全不同,並且在高原四週構成地理景觀上垂直分帶的特徵,成為一獨立的水文地質區域。

中國北部陸台的地質背景具有下列各項特點:(1)總厚度不大的古生代地層(主要為寒武與陶紀以碳酸鹽岩類為主的海相沉積及上古生代海陸交替相盆地沉積),往往被許多前寒武紀地塊所割裂,形成島狀分佈。(2)燕山運動在本區佔主要地位,並由於許多大的斷裂,造成塊狀構造;燕山期的花崗岩、噴出岩廣泛分佈。(3)古老地塊多半形成

1) 中國陸台的名稱係應用西尼村所著“中國大地構造的輪廓”及“中國陸台的構造及其發展”中所表明的概念。中國北部陸台實際上即為西尼村所指的“震旦地盾”,中國南部陸台實際上即為西尼村所指的華南地台。

* 本文所引用的有關大地構造單元的名稱,大部根據黃汲清的定名。

巨大拗陷,如塔里木地塊、準噶爾地塊、鄂爾多斯地台等,並常為中生代及新生代盆地堆積所掩蓋。(4)第四紀地層佔有廣大面積,特別如山前洪積層、沙漠及黃土等。東北平原與華北平原為一主要的第四紀沉降帶,分佈廣大和互厚的洪積層與沖積層。

中國南部陸台具有下列各項特點:(1)自震旦紀至三疊紀有極厚的以碳酸鹽岩類為主的準地槽式的沉積。(2)前寒武紀結晶岩分佈很少,但出現加里東山系的江南古陸與華夏古陸。(3)印支運動與燕山運動構成本區許多北東-南西方向的復向斜與復背斜,以及許多槽狀的第三紀盆地。燕山期的花崗岩與噴出岩大片分佈於東南沿海地區。(4)大部地區為丘陵或山地,第四紀地層局限於河谷的沖積層,長江下游湖沼平原中的沖積層與湖積層,以及山區的坡積層與殘積層等。

由於上述中國北部與南部陸台不同的地質背景,造成不同的水文地質條件。例如北部陸台自流水主要分佈於下古生代石灰岩的向斜層或大斷裂帶、山間活動盆地及山前沖積扇帶,而中生代或第三紀盆地大部為礦化很高的自流水,成為鹵水或油田水。而潛水類型主要可劃分為:(1)山地基岩的裂隙水和局部喀斯特水,(2)廣大沙漠地區的沙漠成因類型潛水,(3)永久凍土帶潛水,(4)沖積層、洪積層的潛水。南部陸台自流水主要分佈於古生代及中生代地層的復向斜構造、第三紀盆地、山間盆地等。石灰岩的大片分佈與喀斯特水的發育,為南部陸台一主要特徵。此外,潛水主要分佈於河谷沖積層、揚子江下游的泛濫平原,以及山地岩石風化帶。

根據以上的概括分析,中國北部陸台按其不同的水文地質條件,可劃分為:(1)主要受緯度分帶影響的,以年平均 0°C 的等溫線為界的島狀永久凍結土帶地下水區。(2)大致以年雨量 250 毫米的等值線為界的內陸乾旱氣候沙漠草原帶地下水區。(3)受海洋氣候影響的中國北部季候風帶地下水區。中國南部陸台可劃分為:(1)以揚子地台區為主的中國南部潮濕氣候帶地下水區。(2)大部屬於華夏古陸範圍,受強烈海洋氣候影響的東南濱海地帶地下水區。此外,西藏高原為一獨立單元,可以稱為高原冰漠及高山草地帶地下水區。以上全國共被劃分為六大地下水區域。

三. 各區水文地質特徵與副區的劃分

上述六個水文地質區域,其所表現的水文地質特徵及其副區的劃分,分別討論如下。

1. 島狀永久凍結土帶地下水區: 本區主要包括中國最北部的北興安嶺與呼倫貝爾草原,屬亞洲北部整個永久凍結土帶的一部分。潛水動態主要表現為凍結成因類型,埋藏深度一般為 1—3 米,凍結層的厚度一般為 3—8 米,呈島狀分佈。根據地質、地形條件的不同,可劃分為下列兩個副區,(1)主要以燕山期花崗岩組成的興安嶺山地副區,常年凍土島主要分佈於河谷沖積層、階地堆積或坡積層中,地下水以含矽酸高的重碳酸

鈉或重碳酸鈣水為主。(2)呼倫貝爾草原副區，常年凍土島主要分佈於閉流盆地或河谷沖積層中，地下水以重碳酸鹽硫酸鹽水或重碳酸鹽氯化物水為主。

2. 中國北部陸台內陸乾旱氣候沙漠草原帶地下水區：在地理景觀上主要表現為沙漠、戈壁及乾旱草原，成為亞非沙漠帶的一部分。由於陸台地塊的拗陷作用，構成廣闊的而海拔達 1000 米左右的構造平原，四週往往圍以山地褶皺帶，在地形上形成典型的內陸盆地，地表逕流主要屬內流水系。本區地下水具有下列特徵：(1)潛水動態以典型的沙漠成因類型為主；(2)地下逕流與蒸發保持平衡；(3)高山雪水為地下逕流主要補給來源；(4)從盆地邊緣的山前洪積扇帶、乾旱草原，過渡到沙漠地帶，呈現顯著的水文化學的水平分帶規律；隨着地形的變化，由重碳酸鹽水、硫酸鹽水，逐漸過渡到氯化物水。

應當指出，上述水平分帶現象與本區高山的分佈有密切聯繫。新疆的天山以及與本區接壤的崑崙山系與南山山系，均為地槽相的華力西褶皺山系，但最新構造運動很強，形成幼年期地貌。山的高度達海拔 4000—6000 米，自然景觀受高差變化所表現的垂直分帶現象十分顯著。沿上述高山山麓均分佈狹長的山前平原，並構成山前拗陷帶，第四紀沉積常達數百米，成為具有巨大動力儲量而水質良好的自流盆地。天山主要為變質岩系組成，非自由地下水主要出現於分佈不廣的石炭紀石灰岩、二疊紀及侏羅紀砂岩中，但水量很小。沿山麓構造破壞帶則常有大量泉水湧出。天山地區有許多活動盆地分佈，形成豐富的自流水源。黃河在本區東部通過，構成廣大的銀川平原與河套平原，灌渠四佈，為著名的農業區，地下水動態主要受灌溉系統控制。

綜上所述，本區可劃分為下列六個副區：(1)鄂爾多斯盆地副區（包括黃河平原、大青山及賀蘭山），(2)內陸乾旱草原副區，(3)阿拉善三角地帶副區（包括河西走廊），(4)塔里木盆地副區，(5)準噶爾盆地副區，(6)天山阿爾泰山副區。

3. 中國北部陸台半濕潤氣候季風帶地下水區：由於地形、地質構造及海洋氣候影響，本區呈北北東—南南西方向展佈。年雨量約 500—1000 毫米，濕度係數 1.13—1.38，南北部顯然仍隨緯度分帶而變化。松遼平原與華北平原構成狹長的新生代沉降區，第四紀洪積層沖積層常厚達數百米。大氣降水及山區的地下逕流與地表逕流為平原地區地下水主要補給來源。由於地球化學作用，表現為潛水的水平分帶現象，尤以華北平原最為顯著。山前洪積扇帶具有豐富的自流水源，水質以重碳酸鈣型為主，沖積平原以重碳酸硫酸鹽或重碳酸氯化物水為主，而濱海地帶復受海水成因影響，成為高礦化的氯化物水。松遼平原受山區花崗岩分佈影響，水質以重碳酸鈉型為主。松花江流域由於氣溫低，蒸發作用弱，潛水位高（1—3 米），因而在低地形成大片沼澤。遼河流域及華北平原潛水位一般在地面下 2—5 米。

遼魯山地以古老的結晶岩系為主，但有島狀分佈的古生代地層，構成自流盆地；而

與安嶺區則完全為燕山期花崗岩與噴出岩組成。在河北山地與山西高原，古生代與中生代地層構成燕山期褶皺帶，其中奧陶紀石灰岩為本區最主要的含水層。許多山間盆地與近代河谷為潛水或自流水的主要分佈地帶。

陝甘黃土高原為本區與第二大區間的過渡帶。高原受河谷劇烈割切，巨厚的黃土層使潛水埋藏極深，往往超過 50 米。但潛水主要分佈於河谷盆地內的沖積層或階地黃土底部卵石層中。關中平原為一地塹式的陷落帶，第四紀地層極厚，於山前構成儲量極豐的自流盆地。黃土高原按地質構造可分東、西兩部，六盤山以東為陝北盆地，屬鄂爾多斯地台的一部分，黃土層下主要為中生代陸相地層，但含水量不大；六盤山以西為隴西盆地，主要為第三紀地層，含水性極弱，而礦化程度很高。

綜上所述，本區可劃分為下列五個副區：(1)濱海平原副區，(2)遼魯山地副區，(3)與安嶺副區，(4)山西高原(包括河北山地)副區，(5)過渡性的黃土高原副區。

4. 中國南部陸台潮濕氣候帶地下水區：本區主要自然地理條件與地質條件為：(1)年雨量 1,000—2,000 毫米，濕度係數 1.4—2；(2)主要屬揚子江水系；(3)大部地區為山岳或丘陵；(4)大部屬揚子地台範圍。在上述條件下，地下水特徵主要表現為：(1)地下逕流大於蒸發量；(2)強大的地下逕流形成強烈的沖刷交迭帶；(3)潛水主要屬雨水成因類型，凝結作用對於潛水的補給亦有一定影響；(4)潛水埋藏很淺，一般為 1—3 米，在長江中下游盆地形成湖沼平原，潛水動態常受洪水影響；(5)東部分佈大片酸性侵入岩體，地下水以含矽酸高的重碳酸鈉水為主，西部石灰岩區以重碳酸鈣水為主。

非自由地下水依靠降水及潛水補給。揚子地台東部(包括江南古陸)，由於變質岩系與花崗岩體的廣泛露佈，自流水局限於第三紀盆地，及帶狀分佈的以古生代地層為主的褶皺帶。揚子地台西部為一高原地形，巨厚的(準地槽式的)以石灰岩為主的古生代及中生代地層構成大複向斜，喀斯特水極為發育。廣西地台部分以泥盆紀及石炭紀石灰岩為主，貴州高原以三疊紀石灰岩分佈最廣，雲南高原以二疊紀石灰岩為主。山間盆地為雲貴高原的主要特色，不但具有豐富的潛水，並有自流水分佈。四川盆地內厚達兩千米以上，具有平行褶皺的中生代地層，構成一獨立的水文地質區域，地下水礦化程度隨深度而加大，三疊紀地層中常具鹵水。今日盆地區域開始上升，川西成都平原則為一沉降區，並於山前形成巨大的沖積扇。滇西橫斷山脈屬喜馬拉雅褶皺帶的一部分，拔海 3000 米以上，河谷割切極深，潛水的分佈主要受地形上高差巨大變化的控制。此一地區顯然屬於第四與第六兩大區間的過渡帶。

綜上所述，本區可劃分為下列六個副區：(1)秦嶺山地副區，(2)長江中下游湖沼平原副區，(3)東部揚子地台副區，(4)西部揚子地台副區，(5)四川盆地副區，(6)過渡性的康滇峽谷副區。

5. 中國南部陸台受強烈海洋氣候影響的東南濱海地帶地下水區：本區一般情況

與第四區相似,但南部基本上已屬熱帶氣候。水系源流較短,並直接流入海洋。大部為山地,僅濱海部分形成狹長的平原。潛水位接近地表,其動態及化學作用方向均受海水成因影響。屬於喜馬拉雅褶皺的台灣中央山脈高近四千米,垂直分帶現象顯著。由於全區前寒武紀片麻岩系及燕山期花崗岩與火山岩系的廣泛分佈,自流水可能出現於島狀分佈的侏羅紀盆地及若干局部的上古生代二疊紀地層的向斜構造中。最近在濱海平原的海陸交替相的新第三紀地層中,也發現巨大的自流盆地。綜上所述,本區可劃分為下列三個副區:(1)東南濱海地帶副區,(2)海南島副區,(3)台灣副區。

6. 西藏高原冰漠及高山草原帶地下水區：本區主要的自然地理景觀表現為特有的崇高地形與極端乾寒的大陸性氣候。藏北高原拔海達 5000 米左右,年雨量小於 100 毫米,河流很短並多閉流。土壤凍結常在八個月以上,可與極地凍土帶相比,形成多湖泊與鹽碱沼澤的苔原。因此,潛水以沼澤水、凍土或冰川成因類型為主。藏南縱谷地帶(主要屬喜馬拉雅褶皺帶)因受印度洋季風的影響,雨量增加(400—1000 毫米)。雅魯藏布江形成寬坦的河谷,潛水主要分佈於沖積層、冰磧層內,但潛水動態隨高度變化呈分帶現象,河谷上下游即可有很大差異。藏東山地主要屬崑崙山系及南山山系的海西褶皺帶,年降雨量 200—400 毫米,許多重要河流均發源於此,潛水亦主要受垂直分帶規律控制。但本區有上古生代石灰岩及中生代與新生代盆地堆積分佈,可能為含水地層。本區東北部分出現一巨型的山間凹陷(柴達木盆地),為一海拔近 3000 米的內流盆地,氣候極端乾燥,山前洪積帶具有重碳酸型的潛水和自流水,而盆地中部主要為高礦化的沙漠成因類型潛水,構成一獨立的地下水區域。綜上所述,本區可劃分為下列四個副區:(1)藏南縱谷帶副區,(2)藏北苔原副區,(3)藏東山地副區,(4)柴達木盆地副區。

四． 結 論

中國在亞洲東部佔有整個緯度氣候帶的廣大面積,但由於複雜的地形條件以及海洋等影響,地下水的緯度分帶現象表現錯綜化。中國複雜的自然地理條件,實際上主要受大地構造所控制,而且主要構造線往往與緯度帶相一致,因此各個構造單元也常與自然區域相吻合。正如蘇聯學者李契科夫等所指出,深層地下水常因構造帶與緯度帶相一致,同樣受到氣候分帶的影響。由於這一原因,中國的地下水,包括潛水與自流水,就有可能以氣候帶為主要基礎,結合大地構造,進行綜合性的區域劃分。

根據這一原則,全國被劃分為上述六個水文地質大區,每個大區又可根據構造條件、地貌條件以及水文地質特徵等,劃分為若干副區。上述區域劃分,雖然由於我國複雜的自然地理條件局部地擾亂了緯度分帶規律,但仍顯著地保留了南北間地下水緯度分帶現象的主要輪廓。

在目前來說,以上的分區意見,由於實際材料的缺乏,自然不是無可爭辯的,而是仍

然存在着許多問題，尤待進一步討論與研究。例如作者把整個華夏古陸劃歸為受強烈海洋氣候影響的東南濱海地帶地下水區，如果從另一方面着想，把南嶺東西褶皺帶作為“IV”、“V”兩大區的分界線，那麼可能更符合於李契科夫所提出的構造帶與緯度氣候帶相結合的原則。

此外，如我國西北部的黃土高原，正居於乾旱地區與濕潤地區的過渡地帶，究竟應當屬於那一大區的問題，目前也同樣存在分歧的意見。有人認為黃土地區為半乾燥地帶，地下水也比較貧乏，因此主張劃為第 II 大區（沙漠草原帶地下水區）的一個副區。但是如果我們把沙漠帶與黃土地區的水文地質特徵進行粗略的比較，就可發現它們彼此間甚少相同之處。沙漠地帶地下水主要受高山雪水補給，因此形成山前顯著的水文化學水平分帶現象，地下水埋藏深度逐漸由深變淺，富水性同樣逐漸由多變少。黃土高原由於黃土沉積極厚，河谷割切極深，因此地下水埋藏既深而少。但黃土高原主要屬黃河水系，潛水主要分佈於河谷平原內，地下水與地表逕流具有密切聯系。因此，河谷平原內除部分地區受含鹽類的紅色岩層影響，使潛水礦化度發生變化以外，一般仍屬淡水。在自流水方面雖有相似之處，例如兩者主要均為中生代以來的內陸盆地，構成我國主要的油田分佈地區，在自流水方面表現為高礦化水或油田水，但在內蒙新疆一帶較常見的具有自流水的第四紀活動盆地，在黃土區則極不易見。

因此，黃土高原劃入第 II 大區似並不十分恰當，而總的來說與華北地區尚較接近（特別是潛水方面）。但考慮介於太行山、陰山、秦嶺之間的廣大地區，主要包括山西地台、鄂爾多斯地台及隴西地塊，亦即主要黃土分佈地區，不論在氣候條件上與構造條件上，均有其獨特之處，因而有人主張可單獨劃為一個大區。

類似這方面的問題，目前尚難獲得最後定論。因此，本文所提出的分區意見，顯然也是不成熟的，而須今後不斷地加以研討與修改。我國地面遼闊，包括各種氣候帶，以及各種複雜的構造條件與地貌條件，因此中國地下水規律性的研究不僅具有重大實際意義，而且在科學研究上還具有世界性意義。今後必須進行更細緻的工作，例如充分累積實際材料，進行詳細的潛水分區的研究、自流水分區的研究，並配合中國地貌、第四紀地質以及大地構造分區的研究，才能獲得更大的效果。