

綜合考察工作簡訊

(內部刊物 注意保存)

中

195 年 月

为适应水利建设需要的中国水文研究工作

A. A. 索科洛夫

中国的水量平衡和水文分属

A. A. 索科洛夫

中国的暴雨及其计算方法问题

A. A. 索科洛夫

暴雨径流的形成和观测方法

A. A. 索科洛夫

人类经济活动对河川径流的影响

A. A. 索科洛夫

于进行地下水状况观测工作的意见

A. A. 索科洛夫

(水土保持训练班讲义)

为适应水利建設需要的中国水文研究工作

A.A. 索科洛夫

中國的水文研究工作，实际說來，是全國解放以后，中國人民着手建設自己的新生活时才开始的。在1949年以前，全國只有353处水文測站，而且主要是布設在大江大河上。

由于在全國普遍地進行防洪、水能利用、修建新灌溉系統、新建城市和工業企業的給水和引水、改善大江大河的航运条件和開發中小河流的航运等項工作，因此也就促使了中國水文研究工作的開展。

同时，中國政府关于編制全國大江大河流域规划（包括黄河、淮河、長江、珠江、松花江、海河、遼河等流域）的指示，对于水文研究工作的開展也具有重大的意义。在这些流域规划中，除了要解决一个根本問題——防洪問題以外，并且还規定了为滿足國民經濟各部門需要而綜合利用各河丰富水利資源的各项措施，以及水土保持方面的各项措施。

談到中國的水利，必須特別強調指出防洪問題对于國民經濟的迫切重大意义。水灾每年給國家經濟上帶來了巨大損失，并且也給中國人民帶來了不可勝数的灾难。圖1所示为中國松花江、遼河、海河、淮河、長江和珠江流域的受灾地区，灾区总面积約为162,600平方公里。我們只要以1954年長江中下游和淮河上中游地区所發生的水灾为例，就足以說明它所帶來的損失了。这年水灾共損失30億元，約占全國年度預算的12%，淹沒土地16,000万畝（1,067万公頃）以上，受灾人口达5,400万人。这次水灾發生以后僅隔一年，在1956年中國又遭受了一次特大的洪灾，这次由于河南、河北兩省遭受水灾与浙江、江苏兩省和上海市受台风侵襲而造成的損失，并不次于1954年。松花江流域在1956和1957連續兩年都發生了特大洪水。

大家都知道，中國的水灾有各种不同的成因。由于山洪暴發，泄入平原，冲毀河堤而造成的水灾，危害最大。例如，黄河下游由于河堤潰决而發

生的水灾就屬这类，長江、淮河中下游地区發生的水灾也是如此。

由于數百年來堤防的存在，在堤防之間的河槽內淤積了大量泥沙，以致使河床抬高，高出兩岸的平原以上。在洪水期間，某些地点的河中水位就高出鄰近地面5~8公尺。堤防的潰决常使廣大的人烟稠密地区遭受淹沒，因此，必須十分注意堤防的养护，从而每年就需付出大量的經費。虽然如此，在發生特大洪水时，堤身有时仍然不能承受住水头的压力，以致河水漫流于平原，帶來了破坏和死亡。應該說：正如在長江、松花江及其他河流流域所出現的情况那样，这种水灾由于河槽和其他調節容積的逐漸淤積而日益頻繁，日益嚴重。

在过去，加高培厚、巩固堤防，几乎成为防范这种水灾的唯一办法。直到解放以后，才开始修建大型調洪水庫和分洪閘（將部分洪水排入选定的低窪地或蓄洪区内）工程，从根本上解决水灾問題的方向着手，大力开展了防洪工作。

近年來，中國在防范水灾問題上所采取的一个新途徑，已經獲得廣泛的应用。这个途徑就是：实行各种不同的羣众性措施（包括在坡地修筑梯田和种植林木，打旱井蓄積剩余的水量，在小河上游修筑小型水庫攔蓄徑流，及实行其他許多的農業和林業改良土壤措施），直接在洪水產生的地点——河流流域的坡面上消滅水灾。这种具有原則性的新途徑，是值得引起極大的重視的。滌河流域是实行这些措施的一个实例（虽然，从水文观点來看，对它的研究还嫌不够），它使人信服地証明了这些措施的巨大效果。在1953年，滌河最大流量曾經达到600秒公方，而在1955~1956年，上述措施实现以后，在同样的暴雨条件下，它已經降低到50~70秒公方。同时，土壤的流失也極顯著地减少。这里，就这样的一个例子，特別明顯地可以看出：防范水灾問題和另一个極重大的問題——防治土壤侵蝕問題之間有着如何密切而不可分的關係。这是很容易理

解的，因为，径流和侵蚀就是一个統一而不可分割的过程。和侵蚀作斗争——这就是說，首先要和洪水作斗争。

造成中國水灾的另一原因就是內涝。这种水灾的形成是完全与前不同的。当暴雨的雨量大、歷时長，其强度超过径流强度、滲漏和蒸發損失强度时，就会在平原地区釀成这种水灾。这时，在廣大的平原地面上，就将复盖一片深达 20~50 公分的雨水（在低窪的地方也就更深）。在產生这种水灾时，內水很难泄入河槽，尤其是如果这时河中發生洪水，水位上漲很高，平原上的積水实际上就不可能排入河中。在这种情况下，降雨停止以后，雨水滲漏、蒸發和流走很慢，仍將長時間地積留地面。農作物長時間地遭受內水淹沒，就可能全部死亡或將顯著地歉收。

內涝造成的水灾，远比堤防潰决成灾的次数更为頻繁，每年都有各种不同程度的灾情發生。由于內涝淹沒的面積廣大，因此它所帶來的損失也未必比潰堤成灾的損失为小。我們可以举出 1954 年長江中下游地区的水灾，作为一个代表性的实例。在这一年中，早在堤防潰决以前，就已因內涝而淹沒了平原地区約 80% 的耕地，堤防潰决以后，又增加淹沒面積 8 %。由于平原地区坡度小，而江河洪水位又高，所以防范这种水灾是十分困难的。松花江、海河、淮河等流域中發生水灾时，也有类似的情况。

修建排水溝網可以部分地解决防涝任务，但是，这种措施虽然規模很大（例如在淮河流域），却仍然只有局部性的意义。在許多情况下，为了防止內涝，就在平原地面上修筑畦田。这时，田間低地起着蓄積剩余內水的作用（用以养魚或种稻），而高地則可免于淹沒，用以种植旱田作物。

我們可以看出，涝灾和洪灾的关系是十分密切的，这就是說，如果采取了防止山洪成灾的措施（其中也包括水土保持措施），我們就能降低河中水位，改善平原地区剩余水泄入河槽的条件，以防止內涝成灾。

以上我們研究了中國的兩種主要水灾。除此以外，还有一种水灾是由于大江大河河口和沿海岸（如河流一样也有長堤防护）的潮汐和風浪現象所造成的。在很多場合下，还由于春季流冰期各河段开河時間不同，因形成冰壩而引起的水灾。例如，在黄河上就常常發生这种水灾，这是由于其流向特殊，各河段緯度位置不同所决定的。对于上述的每种水灾，都根据其不同的性質而有不同的防治措施。

暴雨径流不僅淹沒了大片土地，而且还使流域內的土壤大量流失，从而，也像水灾一样，使國民經濟遭到巨大的損失。因此，在中國，把水土保持問題看作是水利和農業方面最重大的，甚至是最复雜的問題之一，这并不是偶然的。

中國某些河流的含沙量和輸沙量如表 1 所示。

表 1 中国河流的含沙量和年輸沙量

河	流	測	站	流域面積 (平方公里)	觀 測 年 限	含沙量(公斤/公方)		年 平 均 輸 沙 量 (百万噸)	年 水 蝕 模 數 (噸/公頃)
						年 平 均	最 大		
黄	河	陝	縣	684,000	24	36.60	590.00	1.75	25.60
涇	河	張	家 山	41,800	25	182.50	978.50	336.50	80.50
松	花 江	松	花 江	51,500	7	0.13	2.76	1.98	0.38
嫩	江	江	桥	164,000	7	0.08	1.20	2.00	0.12
遼	河	巨	流 河	127,000	10	4.46	25.20	23.50	1.85
灤	河	灤	縣	44,100	20	6.29	81.10	28.70	6.53
永	定 河	官	廳	42,500	27	49.20	436.00	82.60	19.40
長	江	宜	昌	1,010,000	10	1.06	4.45	497.00	4.92
長	江	大	通	1,700,000	10	0.44	2.29	431.00	2.53
淮	河	蚌	埠	121,300	9	0.54	9.29	18.60	1.53
閩	江	竹	岐	54,700	4	0.11	0.97	7.97	1.46
西	江	梧	州	330,000	2	0.41	4.08	86.00	2.66
北	江	清	远	35,500	2	0.14	0.91	5.14	1.45

特别是很大一部分地区位于黄土高原（由易受冲刷的厚黄土沉积而成）的黃河流域，其水土流失的现象非常普遍。黃河年輸沙量为 1,380 百万噸，年平均含沙量为 35.7 公斤/公方，約相当于阿姆河含沙量的 10 倍，而阿姆河的含沙量在苏联河流中却是居于首位之列的。在洪水期間，黃河含沙量更大，在某些时刻可达 575 公斤/公方。

在黃河支流上（無定河、涇河等），水土流失現象更达到十分驚人的程度。河流年平均含沙量达 200 公斤/公方，而在洪水期間增至 1,000~1,500 公斤/公方，或按重量計，达 60~75%。实际上，这些河流在洪水期間已变成了强大的泥流。但是，必須考慮到：上述河流含沙量和輸沙量的数字，只是間接地說明水土流失情况，而实际流失量（包括沒有流出流域范围的坡地泥沙冲刷量）則远比这些数字为大。

在華南（長江、珠江流域）和东北（松花江流域）地区，如果根据河流含沙量和輸沙量來判断，則水土流失比較輕微。但是，即使在这些地区，水土流失仍具有顯著的影响。虽然，和黃河流域的河流比較，这些地区的河流含沙量并不大（通常都小于 1~0.5 公斤/公方），但由于相对水量很大，所以总輸沙量仍然很大。

水土流失不僅給農業帶來很大損失，而且对于为了防治水灾和開發水利而采取的河川徑流調節措施，也造成了很大困难。由于大量泥沙的輸入，河谷水庫就將迅速地淤滿，失去作用。在水土流失現象嚴重的地区，甚至許多相当巨大的水庫的寿命，也不超过 15~30 年；至于小型水庫，則数年之內即可淤滿。

以官廳水庫（庫容 22 億公方）为例，僅在水庫四年运用期間（1953~1957），泥沙淤積的数量已达 217.7 百万噸。采取水土保持措施延長这些地区的水庫寿命問題，这是一个非常重要的任务。大家都知道，例如，在阿尔及利亞也和中國一样，水土流失的現象非常嚴重；在許多河流流域，開發水利已完全無望。因为，在前一世紀建成的大量水庫，現在已完全淤滿；而其他適于修建水庫的地点又很少，在有些河流上甚至完全沒有。因此，現在在阿尔及利亞采用了一个耗資巨大的延長水庫寿命的办法：水庫新建成以后，随着泥沙的淤積，立即用疏浚机將泥沙排至下游。根据这个实际的例子，我們更可以看出水土保持問題和水利問題有着如何密切的关系，因此，延長这类大型水庫（如官廳水庫及

正在修建的三門峽水庫等）的寿命，在很大程度上要依靠这个問題的解决。

以上我們簡略地談到水对中國國民經濟的消極影响，但是，还需要补充另一方面，即水在中國人民生活中同时也具有極其重大的積極意义。農業是中國國民經濟中的一个主要部門，虽然水利資源非常丰富，但農業每年仍要遭受不同程度的旱灾，以致大大地減產。旱灾使國家經濟上遭到难以估計的重大損失。由于一年中的降水極不均匀，因此不僅在干旱地区由于降水量少而發生旱灾，而且即使在按一般概念是屬於湿润有余的許多地区（年降水量为 1,000~2,000 公厘或 2,000 公厘以上），也常發

表 2 中国的主要河流及其水量

河流和河系	河流長度 (公里)	流域面積 (平方公里)	年平均流量 (秒公方)	年徑流总量 (10 ⁹ 公方)
黑龍江	4,485*	1,843,000*	5,620	177.5
松花江	1,662	523,000	2,260	71.1
鴨綠江	773*	61,889*	902	28.4
遼河	1,430	219,000	332	10.5
灤河	877	44,900	141	4.4
海河	62	275,600	324	10.1
黃河	4,845	745,000	1,770	55.8
淮河	1,000	187,000	996	31.4
長江	5,800	1,808,000	33,500	105.6
錢塘江	384	41,800	1,360	43.1
閩江	577	60,800	1,980	62.5
韓江		29,000	890	28.1
珠江	2,130	437,000	10,254	323.7
紅河		81,880	1,300	41.1
瀾滄江	1,612	159,000	2,750	86.7
怒江	1,540	120,000	2,450	77.2
伊洛瓦底江		85,980	2,350	74.1
雅魯藏布江		328,338	4,170	131.4
印度河		61,490	630	11.4
祁連山北坡內陸河流			250	7.9
崑崙山北坡內陸河流			65	2.1
塔里木河流域	1,200	~1,000,000	715	22.6
天山东部河流			623	19.8
喀拉額尔齐斯河流域及阿尔泰区的其他河流			127	4.1
全國地区			75,759	2,381.0

注：附有符号*的数字表示全流域面積和河流長度

生旱灾。

就灌溉面積而言，現在，中國已占世界的首位。到1958年3月20日止，中國的灌溉面積已達到5,000萬公頃，而且，還在制定大力發展灌溉的計劃。預計未來的灌溉面積將要擴大1~2倍。中國的水利資源是非常豐富的，各河流的年徑流總量達24,000億公方（表2），它完全能夠保證解決以上提出的任務。

從廣義方面理解，水力發電在水利事業中占有最重要的地位。中國的水力資源是非常豐富的，總蘊藏量共達540百萬瓩，因此，就水力蘊藏量而言，中國也列居世界第一（表3）。特別像長江這樣的巨大河流，其水力資源更為豐富，長江流域的水力資源蘊藏量約占全國的40%。為了研究長江流域的水力資源情況，正在進行勘測設計工作。在長江流域，計劃在漢江上修建一座水電站，將來在長江干流宜昌以上的三峽，也將修建一座可能是全世界最大的水電站，根據計算結果，其容量可達15~20百萬瓩。三門峽水電站及新安江水電站都已開始施工。

表3 中国的水力資源蘊藏量

序次	水 系	水力資源蘊藏量 (10 ⁶ 瓩)			占总蘊藏量的百分率 (%)
		Q _{95%}	Q _{50%}	Q _总	
1	全國	94.0	345.0	544.0	100.0
2	長江流域	42.2	144.9	217.0	39.9
3	西藏地区河流	16.5	70.4	117.2	21.5
4	西南河系（怒江、澜滄江等）	12.3	53.6	90.6	16.7
5	黃河流域	8.5	24.0	32.7	6.0
6	珠江流域	4.6	16.5	28.5	5.2
7	东南沿海河流（包括台灣和海南島）	3.8	12.4	20.4	3.8
8	东北地区河流（包括嫩河）	1.3	9.7	18.9	3.5
9	西北內陸河流	4.6	12.7	17.5	3.2
10	淮河流域	0.2	0.8	1.2	0.2

中國河流在運輸方面的作用很大，不過，適于現代航運的完善水路却仍很少。

在進一步發展中國經濟和文化的遠景規劃中，提出了下列各項重大的國民經濟任務：

- 1) 在最近7~12年內，基本上消滅黃河、海河及其他許多河流流域的水災；
- 2) 大力開展防旱工作和發展灌溉；

3) 實行大規模的水土保持措施和荒地灌溉排水；

4) 開發全國大江大河的水力資源和發展小河小型水電站建設。

前面我們已經強調指出：所有這些工作彼此都有不同程度的联系。現在，為了使全部水利措施能互相正確地配合，中國提出了一個新的方針，也就是首先大力發展小型水利工程，而以中型和大型水利工程密切配合的方針。從水文觀點來看，這個方針就是表明：首先要在產生洪水徑流的河流流域地面上和洪水進行鬥爭。因此，這個方針提出了新的更複雜的任務。

為了滿足水利建設中水文計算和預報的需要，中國水文工作者在近几年來完成了下列的巨大工作：

- 1) 建立了廣大的水文站點網；
- 2) 設立了一些專門試驗站；
- 3) 基本上完成了歷年觀測資料的整編和系統的刊印工作；
- 4) 制訂并貫徹了統一的水文測站規範；
- 5) 組織了水文測驗儀器的生產和檢定；
- 6) 建立了水文預報和報汛服務機構；
- 7) 北京水利科學研究院開展了水文科學研究工作；
- 8) 開始培養水文專業幹部。

從1949年開始，中國水文站網的發展情況可由下列數字說明：

年份	站數
1949	353
1950	1079
1951	2649
1952	3326
1953	3827
1954	4344
1955	4948
1956	6610
1957	6822

水文測站的分布情況如圖2和圖3所示。

八年來，水文站網（包括雨量站在內）的數量增加了19倍多。在中國的東半部，某些流域的水文站網密度已經達到世界上先進國家的站網發展水平。例如，在最先開展防汛工作的淮河流域；其水文站網的密度，目前已可居世界首位之列。

水文站網包括流量站（按河流大小和工作量多

寡分为几級)、泥沙站、蒸發站、水位站、雨量站、河床实验站、河口实验站和水庫实验站等。

中國水文站網發展的特点,不僅表現在数量上的增長,而且表現在觀測內容和方法的質量上的提高。在1957年的測站总数中,有1871站施測流量,即每站控制面積約为5,200平方公里。測流次数和精度都有顯著的增加和提高,現在一般都用流速仪測流;至于水位觀測,其次数也已增加。当河中流量变化十分剧烈时,为了提高徑流計算的精度,現在,每次洪水期間,在測站上一般至少測流5次,而每一測流断面上每月測流次数即达10~25次。在洪水通过时,小河水位每隔1~0.5时觀測一次,有时甚或測次更多。

觀測懸移輸沙率,从而研究輸沙量的站数,也有顯著的增加;目前已达921站。在最近的將來,凡是平均含沙量超过50克/公方的所有測站,几乎都将進行輸沙量研究工作。过去,常在岸边的一点上采取沙样,現在,輸沙率則大部采用多綫多点法測定,且測次也有增加。在許多測站上,都研究泥沙机械組成及其沿垂綫和河寬上的变化情况。

所有这些,就使水利工程設計所依据的水文資料的質量得到顯著的提高;不过,更進一步提高觀測質量和精度的任务,目前仍然是水文部門最重大的任务之一。

在水文站網上也大量地進行气象觀測,特別是普遍地進行降水觀測。这是很容易理解的,因为,中國的水灾問題是和降雨(首先是暴雨)有着密切的关系的。在这种情况下,由水利电力部水文局負責的报汛和洪水預报的業務工作,就依靠降雨情报來增長預报的預見期。在1957年初,全國水文站網中共有6,600个雨量站,平均約每1,500平方公里面積上設有一站。在雨量站網上約設有600个自記雨量計,不过,經常進行觀測的較少。在最近的將來,准备在水文站網上大量增設自記雨量計。

在許多水文站上(約1,200个),都采用直徑0.8和0.2公尺的蒸發皿進行水面蒸發觀測。为了提高这一極重要的水量平衡要素的計算精度,已开始建立面積为20和100平方公尺的大型蒸發池網。1956年在三門峽站設立了第一个这种蒸發池(面積为20平方公尺)。1957年又在重慶設立了面積为100平方公尺的蒸發池。在官廳水庫等地区也准备設立面積为100平方公尺的蒸發池。

除了普遍的觀測站網外,現在,在中國还設有一些水文試驗站(实验站)。目前,这种站的总数

是26个。試驗站的設站目的和任务各不相同,在这些站上進行着徑流形成(北淝河試驗站等)、水庫淤積(官廳水庫試驗站)、泥沙运行(引黃灌溉系統的試驗站)、河床演变(長江和永定河河床試驗站)、河口情况(錢塘江河口試驗站)等研究工作。官廳水庫試驗站的工作,特別具有重大的科学价值和实用意义,在这个站上廣泛地進行着水量平衡和泥沙平衡的綜合研究工作,以便确定正在設計和施工的水庫(首先是三門峽水庫)的計算方法。官廳水庫試驗站所在的永定河流域,是一个使人極感興趣的研究对象。这里,似乎不僅能進行水庫淤積觀測工作,而且,还可利用它作为一个典型,研究水土保持措施以及其他措施对于輸沙量变化和水庫水量平衡的影响。

水土保持試驗站(天水、綏德等)在河流流域和徑流小区上,对于徑流和泥沙狀況進行了大量很有意义的觀測研究工作。由这些試驗站的觀測成果看出:各种水土保持措施(修梯田、开垦等)对于徑流和侵蝕具有如何重大的影响。但是,可惜的是这些使人感到兴趣的研究成果,还不足以進行科学的綜合整理;因此,目前我們也不能根据所取得的資料,对于水文計算和水利計算中如何考慮上述措施对徑流量和輸沙量的影响方面提出任何实用的具体建議。在徑流和泥沙狀況的研究方面,需要水土保持工作者(从事坡面或小流域水土流失問題研究的同志)和水文工作者極好地配合和密切地联系;但是,直到最近,水文工作者所感兴趣的几乎只是大江大河而已。

全國解放以后,随着水利建設的实际需要,迅速地开展了报汛和水文預报工作。在1950年,报汛站網僅有386站,而在1957年就已增加到2909站。在汛期,每天繪出等雨深綫圖,并發布水情公报;在公报中列出全國主要河流水位和流量的情报,有时也列出水情变化的短期預报。

最近,水利电力部水文局已着手制定枯水徑流和洪水徑流長期預报方法,并作出了永定河官廳站枯季徑流的長期預报。

1956年,北京水利科学研究院設立了水文研究所,現在已經進行了大量研究工作。現有的降水量資料(1947站)和徑流量資料(587站)已加綜合分析,并繪出了新的更为精确的全國年正常降水量等值綫圖和第一次繪出了全國年正常徑流量等值綫圖。这些等值綫圖具有極大的科学价值和实用意义,它能闡明全國地区徑流形成的基本規律和陸地

水量平衡各要素（降水、徑流和蒸發的一般分布規律。這些研究資料也可作為中國水文區劃的基礎。這一方面的工作，是在葉永毅和羅開富同志的領導下，由北京水利科學研究院水文研究所和中國科學院地理研究所完成的。

毫無疑問，研究水量平衡和闡明它在中國各個不同地區的特點，即使從研究土壤侵蝕的觀點來看，也是具有很大意義的；因為，大家都知道，土壤的侵蝕不論是和降水或和徑流都有着極為密切的關係。

林平一同志在綜合分析暴雨資料、闡明中國境內的暴雨成因和研究它的地理分布規律方面，完成了巨大的工作。同時，對於暴雨基本要素（歷時、強度和面積）的相互關係問題也進行了研究。由於這些極有價值的研究的結果，繪出了全國一日和三日正常暴雨量等值綫圖，並對一定歷時和重現期的暴雨計算提出了具體建議。這些研究資料，不僅對洪水徑流計算，而且對水土保持措施設計具有重大的意義。這些資料能使我們了解各個最大暴雨區，並根據一定重現期的暴雨來進行水土保持措施的設計。

陳家琦同志根據切果達耶夫的計算公式，對小河最大徑流進行了很有意義的研究。當然，我們還可舉出不少的例子來說明中國水文科學研究工作方面的迅速成長和卓越成就。

以上我們談過了中國水文研究工作發展中的卓越成就。但是，由於國民經濟的迅速發展，特別是巨大規模的水利建設事業的發展，在水文工作者的面前，就提出了更新和更複雜的任務。如果我們談到主要是小河上的農田水利工程時，那麼這個任務就將更為複雜，因為這些小河的調查研究直到目前還是十分不夠的。同時，由於普遍地實行水土保持措施，徑流被攔蓄在坡地上、在旱井、池塘和小型水庫內，而地下水也被廣泛地用於灌溉，所以許多小河流域的徑流狀況都眼看着發生重大的變化，這樣也就使上述的任務更進一步地複雜化了。為了不落後於實際生活的需要，而走在生活的前面，應該使中國的水文研究工作獲得更大的發展。根據黨和政府所提出的任務——在短時間內趕上世界先進國家的科學發展水平，也要求我們這樣去做。

如果從這個觀點來看中國目前的水文研究工作情況，那麼，水文工作者要完成擺在自己面前的任務，還必須進行大量的工作。

談到水文站網的布設情況時，必須注意，全國

水文測站的分布是極不均勻的。絕大多數的測站都集中在人煙稠密的東半部，而在西部（西藏、新疆和內蒙）和東北地區，站網很稀，還只是正在開始發展中。

中國各河流上的水文測站，幾乎都是根據當時的實際需要而設立的。過去，既沒有合乎科學根據的布站原則，也沒有發展站網的遠景規劃。因此，在很多情況下，大河上的站網分布較密，超過了實際需要；而另一方面，直到目前，在小河上設立的水文測站仍然極少。這樣，對於農田水利工程的水文計算，就造成了很大的困難。

我們必須進一步提高站網技術裝備的水平，創制適合於中國自然條件的更新的現代水文儀器（流速儀、懸移質和推移質採樣器等）。

擺在中國水文部門面前的任務，就是合理地整頓現有站網，並根據科學的原則布設全國性的基本水文站網；這些測站應考慮當前和長遠的需要合理地分布在全國境內，並保證滿足國民經濟各部門日益增長的需要。

在1956~1957年，原水利部水文局在這方面完成了巨大的工作。中國的水文工作者創造性地運用了蘇聯和其他國家的經驗，制定了中國基本水文站網的布站原則，並根據這些原則編制了全國基本站網發展的初步規劃。根據這個規劃，建立基本站網的工作將在最近3~5年內完成。

這裡，我們不準備詳細地敘述布站原則，因為，關於這個問題的報告已經發表在中國雜誌上了；我要指出的只是布設基本站網的一個主導思想，那就是我們把水看作是地理景觀的一個不可分離的因素。研究水和地理景觀的其他因素的關係和相互作用，我們就能應用直綫補插和區域補插的方法，求得任一地點（觀測期限較短的水利對象也包括在內）的水文特徵值。這樣就可使我們不必以同樣詳細的程度研究全部河流，而只是著重於研究若干具有代表性的河流。採取這種途徑來規劃和布設站網，就不必在所有各地都積累長期的水文資料，而只根據基本水文站網資料的科學分析和綜合，就可滿足實際的需要。

初步規劃的全國基本站網數量如下：

流量站	2590
水位站	774
泥沙站	1365
雨量站	8595
蒸發站	1088

除此以外，將來還計劃在水文站網上開展水化學研究工作。關於和地質部共同建立觀測地下水狀況的基本水文地質站網的問題，也正在研究中。現在，水文工作者愈來愈認為：水文研究是應該以天然水的統一性原則為基礎的，這個原則要求研究河流流域水量平衡全部要素的關係和相互作用，也包括地下水儲量在內。

無論全國性的基本水文站網布設如何合理完善，但仍然還是不能滿足一切需要的。為了更深入地研究水文現象和過程，除了基本站網以外，還須增設水文試驗站（實驗站）。水文試驗站是一種野外的水文實驗室，利用這種實驗室，可更深入地理解逕流形成的複雜實質，更詳細地研究各種不同因素（地形、土壤、植被等）對於漫流過程和河川逕流水文特徵變化的影響。這種實驗室的重大意義，還在於它能布置“積極性的實驗”，這種實驗對於研究人類經濟活動各方面（開墾、伐林和造林、坡地梯田化、修築水庫等）的影響是十分必要的。顯然，為了解決所有這些巨大複雜的問題，必須在試驗站上廣泛地進行綜合性水文觀測研究（包括實驗流域的全部水量平衡要素）。

逕流試驗站將布設在能控制全國主要的自然和經濟條件的各個不同地區。為了研究內水情況，計劃在淮河和海河流域的平原地區設立試驗站。在華南地區，將設立一些試驗站研究丘陵地形和稻田發

達條件下的逕流特殊狀況。在黃土高原地區，計劃設立水文實驗站研究採取各種巨大規模的水土保持措施後的逕流和泥沙狀況。同時，也計劃在沙漠和半沙漠地帶設立試驗站，研究間歇性河流的狀況；在新疆山區設立試驗站，研究融雪和冰河補給的河川逕流狀況等。

這些試驗站的總數將達數十處（根據初步規劃，約為76處）。

設立試驗站是中國水文工作方面的迫切任務之一。只有借助於這些試驗站，我們才不僅能逐漸地闡明人類經濟活動所引起的水情變化，而且能根據社會主義計劃經濟的要求和利益，控制和改變水情。

水文試驗站的工作和水土保持試驗站的工作有密切的聯繫。顯然，在許多情況下，將這些研究工作結合一起進行是合適的。我認為，主要的一點是要消除目前存在於大河水文研究和試驗站逕流研究（在小河流域和逕流小區上進行）工作之間的脫節現象。水文試驗站的布設，應使其和廣大的基本水文站網成為統一的整體，應使進行實驗的小流域和逕流小區上的觀測資料能移用於大面積的流域，並由此提出具體的建議，以滿足水利措施設計的需要。

當我在水土保持試驗研究訓練班上結束水文課程方面的第一講時，我還願再一次強調指出水文問題和水土保持問題之間的密切聯繫和二者之間在組織上相互協調的必要性。

中国的水量平衡和水文分区

A.A. 索科洛夫

在1956—1957年期间，北京水利科学研究所和中国科学院地理研究所在叶永毅和罗开富同志的领导下，对中国地区的水量平衡（降水、逕流、蒸发）进行了大量研究工作。我也曾参加了一部分工作。这项工作具有双重的目的：一方面是綜合整理現有的降水資料，特別是逕流資料，並提出流域水量平衡計算的实用建議，首先是各河正常年逕流量計算方面的建議，因为，这是实际計算中最主要的一个水文特征。另一方面，水量平衡的研究应作为中国水文分区的基础，而这个任务的解决是和中国自然分区这一总問題相聯系的。中国自然分区的工作，正由中国科学院在許多科学机关的参加下共同进行。

我們曾打算以水量平衡一致性的原則作为水文分区的基础，即根据水量平衡要素——降水量、逕流量和蒸发量的相似对比关系划分各区；並且，認為水量平衡是說明某一地区水文特性的主要標誌，也是在不同程度上决定水情的許多重要方面（在科学上和在实践上）的一个標誌。

这项工作尚未完成，但我想簡略地談一下这一研究的初步成果。我認為各位同志会对此感到一定的兴趣，因为，在研究中国的土壤侵蝕現象时，必然会提出进行全国侵蝕过程分区和繪制各地区侵蝕现状和发展情况图的任务。但是，要进行这种分区工作，只靠直接的侵蝕观测資料是不够的，还必须考虑各种間接的因素——气候、土壤、水文、地貌因素等。在这些因素中，水文因素毫無疑問佔着相当重要的地位。正因为这样，所以我認為：对于水土保持工作者說来，了解一下中国水量平衡研究方面的一些材料和中国水文分区工作方面的初步成果，並在自己的工作中加以应用，这是会有所帮助的。

下面所談的对这个複杂問題的几点見解，完全是根据上述研究机关关于水量平衡基本要素研究成果資料而提出的。这些資料包括正常年降水量、逕流量、蒸发量和逕流系数等值綫图等（图1、2、3.）。

I. 中国境内降雨和逕流的本源和分佈

如果以将水汽带来中国大陆並形成年逕流和洪水逕流主要部分的气团的本源作为一种標誌，則根据这个標誌可将全国划分为两个截然不同的部分：

1) 東半部地区 这个地区主要受侵入大陆的太平洋气团的影响，它是形成本区河流逕流的水汽的主要来源。

2) 西半部地区 这个地区几乎不受或很少受到由太平洋東来的水汽的影响；形成逕流的大气降水的数量和变化，在很大程度上是由西向東移动的水汽状况决定的。

从这方面来看，中国東西两半部的分界应大致位于東經100—104°之間，因为由東向西移动的水汽影响正在这里突然急剧地減弱。如果我們以阻碍气团移动（在任何情况下都在大气下层）、起有特殊屏障作用的地形因素为標誌，則这条分界綫将北起祁連山東坡，經康藏高原東部阶地，然后向南大致沿怒江和瀾滄江之間的分水岭穿过。

除了東西方向的气团移动外，从中国大陆上的水汽循环来看，气团移动及与此密切相关的南北方向的水汽移动也具有重大的意义。

从这方面来看，全国也可划分为两个截然不同的部分：

1) 北半部地区 这个地区受北方侵入的冷气团的影响，但由于冷气团带来的水汽甚少，因此在形成逕流上所起的作用也極小。

2) 南半部地区 由北方侵入的气团很难达到这个地区，这里的水情在很大程度上随南部热带海洋带来的大量水汽而变化。

中国南北两半部的分界綫，可按非常显明的東西向气候分界——秦岭和崑崙山脉而划定。两大山脉似乎是将中国分为南北两部的天然界綫，这两部分的热平衡和水平衡，气候条件和水文条件都是截然不同的。南半部地区的主要特点是炎热潮湿，而

北半部地区則是乾燥寒冷。

如上所述，我們就能根据所研究的標誌将全国分为下列四区（或“水文区”）：

- 1) 西北水文区，
- 2) 東北水文区，

- 3) 西南水文区，
- 4) 東南水文区。

每区的水量平衡要素，都各有其不同的对比关系（表1），这基本上是由于緯度位置和距海远近的不同而造成的。

水量平衡要素的对比关系 表 1

地 区	年平均降水量 X (公厘)	年平均逕流量 Y (公厘)	年平均地面蒸發量 Z _C (公厘)	年平均水面蒸發量 Z _B (公厘)	逕流系数 α
西 北 区	10—200	0—10	10—180	1500—2000	0.0—0.1
东 北 区	300—600	10—200	300—400	800—1200	0.1—0.2
西 南 区	150—1000	50—500	100—500	400—600	0.4—0.5
东 南 区	1000—2000	500—1200	500—1200	800—1200	0.4—0.6

註：表內所列为近似数字（按全区平均）。

由上表可以明显地看出：在多半位于沙漠、半沙漠和乾旱草原地带的北半部地区，蒸发在其水量平衡的出水部分中起有主要的作用。在年降水量极小时，蒸发損失极大，因此，只有較少部分的降水形成逕流（北半部平均逕流系数为0.0—0.2）。西北区和東北区不同的地方，首先是東部的年降水量和年逕流量比西部大为增加。

南半部两地区水文条件的共同点，主要是逕流系数很大（ $\alpha=0.4—0.6$ ）。但是，西南区和東南区的水量平衡要素，在数量上却有显著地不同。例如，在西南地区（西藏高山区），虽然年平均降水量比較不大，然而由于蒸发損失較小，因此逕流系数很大；但在東南地区，則首先是由于降水量丰沛而使地面逕流也大。

說明水情特征的另一重要標誌是河流补給的来源。知道形成逕流的补給来源，就能正确地了解任一地区河流水文状况的基本特点。

全国可初步分为下列几区，在这些地区內，逕流的各种补給来源所佔的比重大致相同（图4）*。

1) 降雨补給为主，並有少量融雪补給（不超过年逕流量的10—15%）的地区 本区地下水补給很少（除侵蝕切割很深的大河以外）。河流水情的特点如下：A) 逕流基本上产生在夏季洪水期間，佔年逕流的80—95%；B) 在春季融雪时期，河中发生的春洪不大；B) 在春汛終了和夏汛开始之間，一般有一段时期不长的枯水期；r) 在冬季期間，河流就变为地下补給，但由于地下水补給量很小，所以河水甚浅，而且有許多河流一直凍到河底。

2) 降雨补給为主，且地下逕流量所佔比例甚大的地区 本区夏季洪水期的逕流量佔60—70%，而枯水期的逕流量佔30—40%。小河枯水逕流量所佔年逕流量的比重則显著地減少，且許多小河在冬季就将乾涸。

3) 高山积雪和冰河补給的地区（西藏、天山高山区等）本区的特点是：河流的主要补給来源是依靠永久积雪和冰河的融化。这些河流的逕流状况，不直接受大气降水状况的影响；而是在很大程度上由太阳輻射和热状况来决定，也就是由影响融雪状况的因素来决定。

4) 融雪和降雨混合补給的地区（雪綫以下的山区）本区河流的主要补給来源是依靠季节性积雪的融化，因此，其春汛甚为显著。

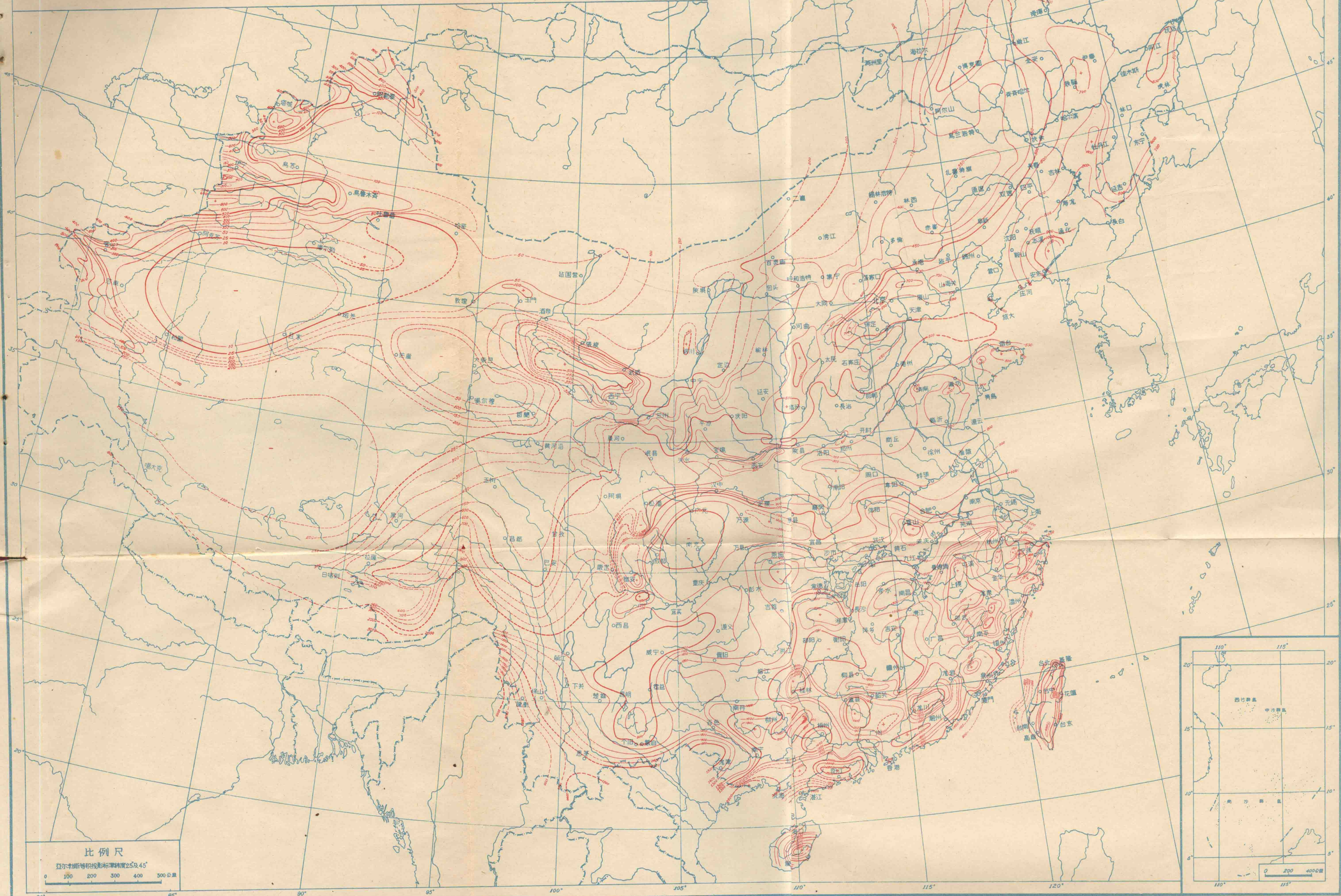
5) 暴雨补給的間歇性河流 这类河流仅在强度很大的暴雨期間才有逕流产生。在其他时期，因无逕流产生，河槽也就乾涸。这类河流常見于乾旱沙漠和半沙漠地区。

对正常降水量、逕流量和蒸发量的分佈情况加以研究和分析后，我們就可根据水量平衡一致性和水量保証度为標誌，将全国划分为下列几个水文帶和非分帶地区：

- 1) 乾旱地带或水量保証度极低的地带，
- 2) 半乾旱地带 本带水利資源缺乏，不足以保証用水的需要，
- 3) 过渡地带 整个說来，能很好地保証用水

* 希望今后在這方面还能进行更詳尽的研究。

中国多年平均年降水量等值线图



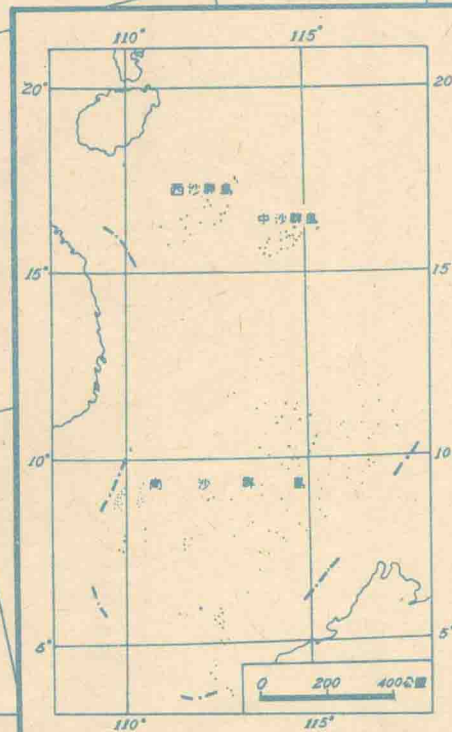
中国多年平均年迳流深等值线图



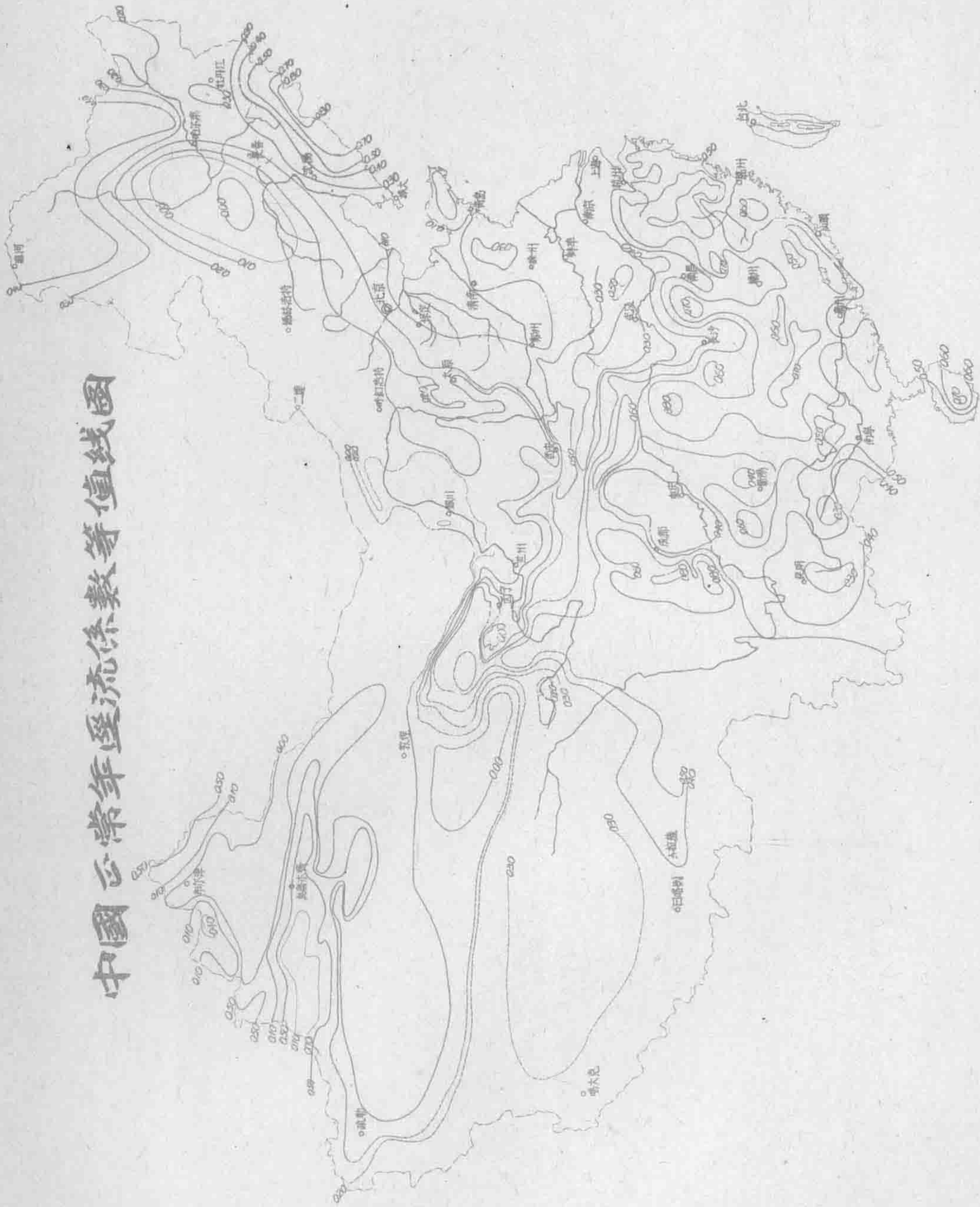
比例尺

苏尔加新等比例尺标准度25及45°

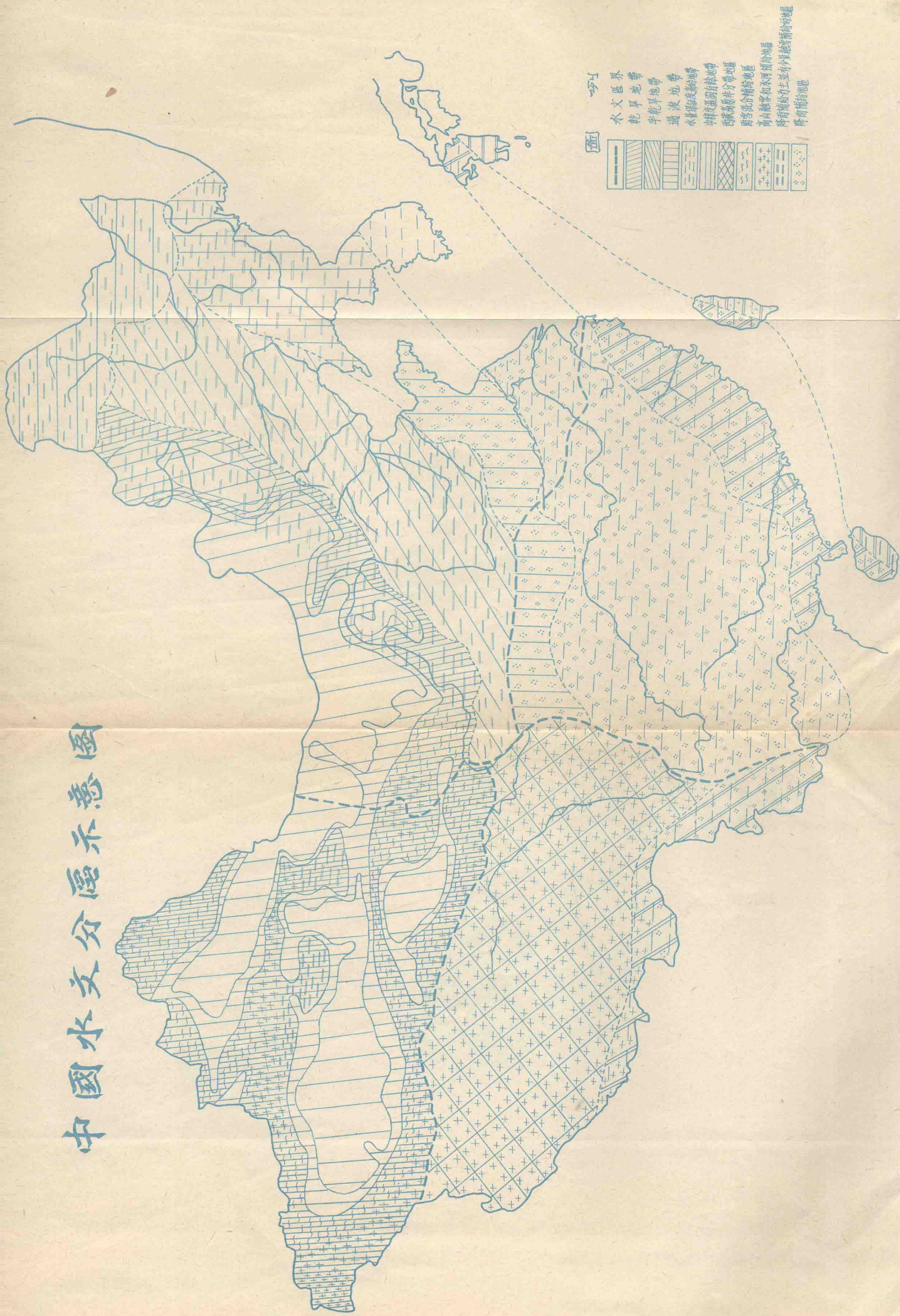
0 100 200 300 400 500公里



中國正常年徑流係數等值线图



中國水文分區示意圖



- 需要，但在其平原地区有水量不足现象，
- 4) 水量保证度高的地带 水利资源丰富，供给本带用水有余，
 - 5) 中纬度湿润有余地带，
 - 6) 西藏高原非分带地区。
- 各个地带的分界线如图 4 所示。

上述每一地带水量平衡要素的对比关系都各自不同：但是，整个说来，它们是依次相连的许多水文带和景观带——从温带的沙漠到湿润和潮湿的亚热带和热带，其湿润度各不相同。

上述地带水量平衡性质上的一致性及各带之间的区别，可引用下列资料说明（表 2）

各带水量平衡要素对比关系的变化 表 2

地 带	降水量 (公厘)	逕流量 (公厘)	逕流系数	水面蒸发量 (公厘)
1. 乾旱地带	10—250	0—10	0—0.05	1500—2000
2. 半乾旱地带	250—600	10—100	0.05—0.20	1500—1000
3. 过渡地带	600—1000	100—300	0.2—0.3	1000—800
4. 水量保证度高的地带	1000—1500	300—600	0.3—0.4	1000—800
水量保证度极高的亚带	1500—2500	600—1500	0.4—0.6	1000—1200
潮湿亚热带和热带的亚带	2500—4000	1500—3000	0.6—0.8	1200—1500
5. 湿润有余地带	500—800	200—300	0.3—0.5	500—700

不能不指出，侵蚀过程的发展在很大程度上也具有地带的性质，这种性质是和水量平衡的地带性互相联系的。乾旱和半乾旱地带的侵蚀现象最为严重，而充分湿润和湿润有余地带的侵蚀现象则显著地减弱。当然，除了水量平衡以外，还有其他的一些因素，在改变全国侵蚀现象地带性的总的情况上也起有重大的作用。

现在，我们简略地谈谈所划分的各个地带的特性。

1. 乾旱地带 我认为，这个地带的分界线，大致沿年降水量250公厘等值线通过可能最为正确。这样，乾旱地带就应包括中国的东北和西北地区，这两个地区的年降水量小于250公厘，无地表逕流或逕流极小。在地理景观方面，这个地带与沙漠和半沙漠地带相同。

但是，乾旱地带也可不以降水量 250 公厘等值线为界，而以内流区和外流区（流向太平洋方面的河流流域）的分水线为界，这样也是合理的。因此，这条界线将西起崑崙山脈分水岭，向东沿黄河北岸至蘭州附近，再循黄土高原北缘延伸，然后，转向东北顺大兴安岭分水岭通过。

顾名思义，这个地带主要的水文特点就是乾旱，也就是说，这里大气降水量极少，不能产生逕流，或地表逕流很小。因此，全部降水量都完全蒸发掉，或几乎完全都蒸发掉，而在多年期间，降水量就和地面蒸发量相等；因为，我们既无根据可说明这个地带经常乾燥现象，相反地，也无根据可

说明这个地带逐渐湿润的现象。以上已经指出，在这个地带内，有些地区（天山、崑崙山区等）的逕流量不仅不等于零，而且很大；因此，当我们说到 $X=Z$ 时，是针对整个地带而言，即在它的整个范围内完成一个闭合的水分循环。

这个地带几乎是三面环山，只有东部为一缺口；其水文特点首先是降水极少，因为它主要是由来自北方和部分来自东、西方的水汽含量甚少的气团所产生。因此，在本地带占有广大面积的準噶尔、塔里木、柴达木盆地和内蒙地区，降水量极少，从而成为无地表逕流的沙漠地区。尤其是位于丛山之间呈囊袋形的塔里木和柴达木盆地，其降水量最少，全年只有 5—10 公厘。準噶尔盆地的条件较好，西部开阔，由西向东移动的气团可以比较自由地通过；因此，这里的年降水量达到150—250公厘，大大地超过塔里木盆地。这样，在广阔的準噶尔盆地地上就产生少量间歇性的地表逕流，从而在有些地方形成密集的切割地面的小河网。

环绕本带（西部）的高山和由西部伸入本带的天山山地，是水汽凝结和蓄集之所。在崑崙山、天山和阿尔泰山山系的高山地区，年降水量很大，达 600 公厘以上*，因此就使这广大的面积上出现冰河、季节性和永久性积雪，成为当地河流的主要补给来源。

本带（西部）所有水量最大的河流（如和闐

* 可惜在这些山区没有进行气象观测，因此不能提出比较精确的特征数值。

河、叶尔羌河、阿克苏河以及广大的塔里木河流域的其他支流)均发源于此,並在此产生逕流。天山地区(和闐河、崆吉斯河和伊犁河流域的其他支流)、蒙古阿尔泰山区(喀拉額尔齐斯河)和祁連山区(疏勒河、弱水等)許多最主要河流的逕流,也都在永久积雪和冰河区形成。

其中絕大多數的流域(除額尔齐斯河和其他某些河流外),是面积不大的內陆流域。河流流出山口进入平原以后,逕流就逐漸耗失。河流的水量愈大,則在沙漠地区的流程愈长,且有些河流常常注入內陆湖內。

这个地带西部的另一水文特点是:一年中的降水和逕流状况和其他地区不同。这里,春季的降水起着較大的作用。

本带山区河流的逕流状况,与降水状况无直接的关系,因为,大部分降水都蓄集在山地积雪之中。因此,逕流状况主要随气温高低而变化,气温增高,山中融雪加强,河流逕流就显著地增大。这样,在发源于永久积雪和冰河地带的河流上,当天气最热,降水很少时,逕流也最大。

至于在高度低于雪綫的山地,河流水量极小,而且往往是一种間歇性河流,只在特大暴雨时或春季季节性融雪时才产生逕流。在其他的时候,这些河流都是乾涸的。例如,天山区的大多数河流(吐魯番盆地以東)、庫魯山和阿尔金山区的河流都屬此类。

在本带的山区,特別明显地表現了垂直地带性的現象,也就是逕流状况随流域海拔高度不同而变化的現象。在其他条件相同的情况下,流域平均高度愈高,河流逕流量愈大,而且不論在一年或多年期間,逕流也愈稳定。流域平均高度愈低,河流逕流量愈小,而且在一年中或各年之間也愈不稳定。低山区的許多間歇性河流常常一連數年是乾涸断流的。山系北坡的水利資源較南坡丰富,这一特点間接地証明了上述的看法:由北部,特別是由西北部进入本带的气团,它所带来的水汽在本带起着主要的作用。

本带西部河流在冬季的結冰期很长,尤其在新疆更是如此。

总的說来,本带的水利資源缺乏,而且极少調查研究。无地表逕流的沙漠和半沙漠地区分佈很广。但是,我們也不能忽視这里的水利資源。西部河流的年逕流总量平均約为60立方公里,只須指出这点就足以充分了解;合理地利用水利資源,对于

这个地带具有如何重大的意义。在山区形成后洩入平原的河流逕流,在这里常常是灌溉和供水的唯一来源。因此,它对于边区具有重大的国民經济意义。逕流变化状况和农业上的要求密切地結合,这也是使其价值提高的一个重要原因。在春季,特別在夏季,几乎完全无雨而又迫切需水的时候,河流逕流正好显著地增大。

当地河流的特点是:由于蒸发作用很大,所以矿化度很高。在許多情况下,水的含鹽量很大。通常,矿化度和相对水量成反比。河流相对水量愈小,水的含鹽量一般就愈大。发源于高山地区的河流,其上游矿化程度很輕;但是,河流从山地流入平原以后,由于滲漏和蒸发的損失,逕流逐漸减小,从而,河水矿化度也就很快地增高,尤其是枯水时期,山麓平原地区許多河流的水都将不宜利用。低山区間歇性河流的矿化度一般也都很高。当地湖泊的矿化度也很高,这些湖泊通常是逕流的最后归宿,在这里,由于水分逐漸蒸发到大气中而使逕流耗失。河水所含懸移質的变化,大致也和河水矿化度的变化一样,有着相同的規律。逕流形成于高山区的水量丰富的河流,通常所含的懸移質很少。但是,在山麓地区,河流的泥沙已迅速地增加,而流入平原地带以后,河水含沙量就达到很高的程度。水量較少的河流和間歇性河流,常有泥石流的性質。

乾旱地带可以划分为水量平衡条件截然不同的三个亚带:

- 1) 逕流形成的亚带,
- 2) 逕流耗失的亚带,
- 3) 无地表逕流的亚带。

逕流形成亚带包括乾旱地带的山区部分,它位于該带的四周和中央。由于受地形的影响,这里为降水造成了良好条件。大气降水量比平原地区为多,而蒸发和滲漏損失减小,因此降水量超过了損失量,即 $X-Z>0$,从而产生了逕流。逕流量的多寡随上述差数的大小而定。通常,可以这样說:按海拔高度愈高,上述的差数也愈大,从而相对(单位)逕流量也愈大;也就是說,垂直地带性是逕流形成区的一个特点,它表現在水量平衡和逕流状况随流域海拔高度和山坡对湿润风的相对方位而变化。流域平均高度愈低,逕流量也愈小、愈不稳定,相反地,流域平均高度愈高,逕流量也愈大和愈稳定。河流逕流补給来源的比例关系,同样也随高度不同而变化。在这方面,首先可分为三类河流。第一类