

华东师范大学函授教材

普通自然地理讲义

(第四册)

王中远等 編著

华东师范大学函授部

分类 Q145 (2)

编号

无锡市教师进修学院

华东师范大学函授教材

普通自然地理讲义

王中远等编著

(第四册)

江南大学图书馆



91171332

华东师范大学函授部

1959年12月

本册共計六章。其中一、二、四、五、六等五章由王中远同志編写；第三章是陈吉余同志原先为本科学生編写的講义，沈桂华、閻海鏡兩同志为这一章配了插图，并酌加修飾。

华东师大地理系

目 录

第四編 水圈

第一章 水圈概述.....	(1)
第一节 地球上水陆的分布.....	(1)
(一)水半球和陆半球.....	(1)
(二)水陆按纬度的分布.....	(1)
(三)水圈的組成及厚度.....	(2)
(四)水圈和地理外壳中其他圈层的相互关系.....	(3)
(五)水在国民經济中的作用.....	(4)
第二节 地球上水分循环和水量平衡.....	(6)
(一)水分循环.....	(6)
(二)水量平衡.....	(6)
第三节 水圈研究的狀況.....	(9)
(一)水圈研究对象及分类.....	(9)
(二)我国水文事业的发展.....	(9)
第二章 地下水.....	(12)
第一节 岩石的水理性質.....	(12)
(一)空隙与孔隙率.....	(12)
(二)水容量.....	(16)
(三)給水度.....	(16)
(四)透水性.....	(17)
第二节 岩石中水的各种不同状态.....	(17)
(一)汽态水.....	(19)
(二)吸着水.....	(19)
(三)薄膜水.....	(19)
(四)毛管水.....	(20)
(五)重力水.....	(20)
(六)固态水.....	(20)
第三节 地下水的运动.....	(21)
(一)包气带中水的运动.....	(21)

(二)饱和水带中水的运动.....	(23)
(三)直线渗透定律(达尔西定律).....	(26)
(四)非直线渗透定律(克拉斯诺波列斯基定律).....	(27)
第四节 地下水的物理性质和化学成分	(28)
(一)地下水的物理性质.....	(28)
(二)地下水的化学成分.....	(29)
第五节 地下水的来源与分类	(32)
(一)地下水的来源.....	(32)
(二)地下水的分类.....	(35)
第六节 地下水的利用	(38)
(一)井.....	(38)
(二)泉.....	(40)
(三)矿水.....	(42)
第七节 多年冻结区的地下水.....	(45)
(一)多年冻结的定义及分布.....	(45)
(二)多年冻结区的地下水.....	(46)
(三)冰碛.....	(48)
(四)多年冻结的地理意义与经济意义.....	(48)
第八节 地下水的勘探	(50)
(一)找寻地下水的方法.....	(50)
(二)地下水储量计算方法.....	(51)
第三章 河流	(54)
第一节 河流概述	(54)
(一)河系.....	(54)
(二)流域.....	(55)
(三)河流长度.....	(56)
(四)河流的各段.....	(57)
第二节 河流的补给	(58)
(一)河流补给来源.....	(58)
(二)河水补给对自然地理条件的依存性.....	(59)
(三)河流的分类.....	(60)
第三节 河水的运动	(64)
(一)河水的升降.....	(64)
(二)流速.....	(67)

(三)流量.....	(69)
第四节 逕流	(70)
(一)逕源及其特征.....	(70)
(二)水文年的概念.....	(71)
(三)自然地理因素对逕流的影响.....	(72)
第五节 河水的結冰	(74)
(一)河流的热力特征.....	(74)
(二)河流的冬季状况.....	(75)
第六节 河流的搬运作用	(78)
(一)河流的化学搬运(溶解質).....	(78)
(二)河流的悬浮搬运(悬移質).....	(79)
(三)河流的牵引搬运(推移質).....	(83)
(四)固体逕流.....	(84)
第七节 河流与河槽間的相互作用	(85)
(一)河槽的橫向变形.....	(85)
(二)河槽的縱向变形.....	(87)
第八节 河流对国民經济的意义	(92)
(一)对于河流流量調节的概念.....	(92)
(二)河流的力能.....	(93)
(三)河流的利用.....	(94)
第四章 湖泊与沼泽	(96)
第一节 湖泊	(96)
(一)湖泊的成因类型.....	(96)
(二)湖泊的形态特征.....	(93)
(三)湖水的运动.....	(100)
(四)湖水的水量平衡.....	(103)
(五)湖水的物理化学性質.....	(103)
(六)湖泊的演变与死亡.....	(105)
(七)湖泊的利用.....	(108)
第二节 沼泽.....	(109)
(一)沼泽的成因及分类.....	(109)
(二)沼泽的引用和改造.....	(112)
第五章 冰川.....	(114)
雪綫及雪圈.....	(115)

(二)冰川的形成条件及过程	(118)
(三)冰川的运动	(118)
(四)冰川对河水的补给作用	(119)
(五)冰川的利用	(120)
第六章 海洋	(121)
第一节 世界大洋和海	(121)
(一)世界大洋概述	(121)
(二)海及其分类	(122)
第二节 海底起伏与海底沉积	(123)
(一)海底起伏	(123)
(二)四大洋海底地形的特征	(125)
(三)海洋测深的方法	(128)
(四)海底沉积物的采样	(129)
(五)海底沉积物来源及分布规律	(129)
第三节 海水的物理性质及化学成分	(135)
(一)海水的温度	(135)
(二)海水的盐分	(137)
(三)海水的密度与水压	(139)
(四)海水的颜色和透明度	(140)
(五)海水的结冰	(141)
第四节 海水的波动	(142)
(一)波浪的种类与要素	(142)
(二)波浪运动的理论	(144)
(三)海岸带波浪的变化	(146)
第五节 潮汐	(147)
(一)潮汐及其类型	(147)
(二)潮汐发生的原因	(147)
(三)潮汐的变化	(150)
(四)潮汐的特殊性	(152)
(五)潮汐的利用与观察	(153)
第六节 海流	(153)
(一)海流概述	(153)
(二)海流的成因	(154)
(三)世界海流的分布	(154)
(四)海流的作用	(156)

第四編 水 圈

第一章 水圈概述

第一节 地球上水陆的分布

(一) 水半球和陆半球

我們居住在陆地上，因而对于水圈的概念，往往就不及岩石圈那样感到它的辽阔，但是我們知道地球总表面积为 510,000,000 方公里，其中單是水圈的一个成員——海洋，就占了地球总面积的 71%。而陆地面积仅仅只有 149,000,000 方公里，占地球总面积的 29%，由此可見世界大洋的面积要比陆地面积大 2.4 倍。

陆地主要集中在北半球，約占北半球整个面积的 39%。（水占 61%）南半球陆地面积仅占南半球整个面积的 19%。（水占 81%）如果以新西蘭东南的安的坡（Antipodes）島为中心划一个圈，則構成了水半球（图 1）这个半球水的总面积約占整个面积的 90.5%，陆地仅只有澳洲，南极洲及南美洲的南端，主要是一些島嶼而已。而另外一个以法国罗亞尔（Loire）河河口为中心的陆半球（图 1），水的面积仍占陆半球整个面积的 52.7%。

(二) 水陆按緯度的分布

上面我們談到了地球上水陆分布的面积，如果从緯度来考慮，我們更能看出地球上水陆分布的不平衡現象（图 2）。图 2 說明了在北极区域几乎全为水所占据，也就是在 84°N 以北，水面是連續一片的。在 $60-70^{\circ}\text{N}$ 之間則恰恰相反，陆地几乎連成一片。在 65°N 是亞洲和美洲陆地面积最寬的地帶，仅仅只有寬約 91 公里的白令海峡相隔。在欧洲和美洲之間，虽然有很大地区为水面所占，但必竟还有冰島、格陵蘭及其他許多大小島嶼。在 60°N 以南，陆

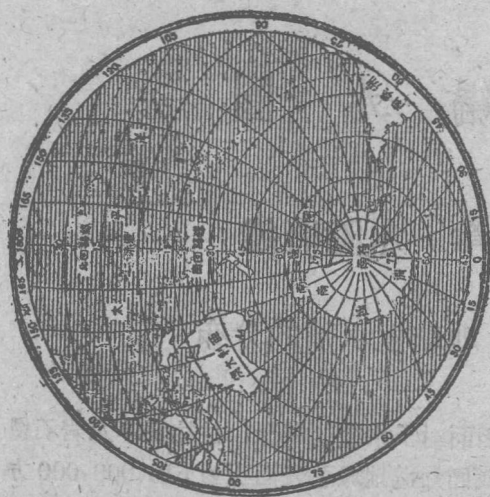


图1 水圈和陆地的分布

地面积突然缩小。大约从 56°S 起，陆地变成很狭的楔形。从 65°S 起，才又重新出现了南极洲广大的陆地，因此地球表面按纬度的水陆面积分布成为锯齿状。

(三) 水圈的组成及厚度

水圈包括了辽阔的海洋、陆地表面上的河流、湖泊及沼泽、渗透在地表以下的地下水、以及复盖在两极和高山上的冰川等水体组成。如果把把这些水体全部融化成水，包裹在地球表面，可以组成一层 2.4 公里厚的水膜。

海和洋占了水圈的绝对优势，它们占整个水圈总重

量的 98.31%，冰川占水圈总重量的 1.624%，其他所有水体仅占水圈总重量的 0.066% 而已。根据许多学者的研究，水圈的总重量是 1.4×10^{18} 吨，只占整个地壳总重量的 7% 弱，因此可见水圈分

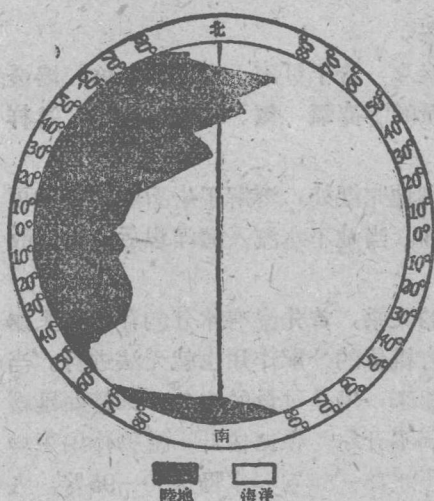


图2 地球表面按纬度的水陆面积分布

布的面积是很广阔的，但其质量又是很小的。

构成水圈的主要物质是水 (H_2O)，正和构成岩石圈的主要成分是矽酸盐类一样（矽酸盐占地壳的 87%），它占了整个水圈的 96.5%，其余 3.5% 是各种盐类。而在各种盐类中，又以氯化钠 ($NaCl$) 占了绝对比重。

水圈的厚度也是各地不一的，最厚的地方可达十公里以上，但平均只有

3.8 公里，也就是世界大洋的平均深度。水圈的上界是各种水体的表面，因此高山冰川的表面，可以拔海几千米。它的下界是各种水体的底部，但地下水可以深入地表以下 3—5 公里，最深也不能超过 6.5 公里。①

(四) 水圈和地理外壳中其他圈层的相互关系

水和大气圈是相互渗透相互作用的，由于太阳热能的蒸发，使得水圈中的液态水，转变成气态的水汽，进入大气以后，就改变了大气圈的成分。由于水汽的存在，因而使大气圈中发生一系列的气象过程——云、雾、大气降水等。降落在地表的水，又在陆地上汇集成河流、湖泊及冰川等。这些流动着的水体又刻蚀着地面，使岩石圈受到破坏，侵蚀下来的岩石碎块经过流水的搬运，又沉积到海

① 根据地热增温率来计算，在地表以下 12 公里深处，已经接近水的临界温度 ($364^{\circ}C$)，所以在 10—12 公里深处地下水就不可能存在了，但这仅是理论上的深度，实际上液态水的存在要比这个深度小得多，根据钻井资料，液态水的存在，最深不超过 6.5 公里。

洋中去，改变了水圈底部的状态。

水圈同时也受到大气圈的渗入，若干可溶于水中的气体，渗透于水中。如海水中含有一定数量的游离氧、氮、二氧化碳等，这样就改变了海水的化学性质。

地下水随着水分循环渗透到地壳深处，溶解了岩石圈中各种可溶的盐类，使地下水矿化度增加。当地下水流入海洋以后，也就改变了海水的化学成分。

水圈与生物圈也有着密切的关系，首先没有水分的存在，土壤中的化学作用；生物作用以及有机体的分解作用也就无法进行。当水量增加时，成土作用就活跃起来，但是过量的水分，又转而延缓了成土过程。生物的生存更是离不开水，根据估计，植物体内平均含水量为75%，动物中如海绵含水78—84%，水母达80—95%，人的机体体内也含有水分63%。

水对植物的生存更为重要。由于水才能使原生质活动，同时水具有热容量，可使植物对于温度的反应和缓起来，才不致因气候的改变，而立即干枯。由于水具有表面张力，才能使水分沿毛细管壁上升，使营养传到各处。由于水具有化学惰性，才能使各种养分溶解于水中而被植物所吸收。

植物的生存同样也影响着水圈，水圈中的氧，除了大部分由大气圈渗入以外，植物的光合作用也能分解出一部分氧来。由于植物的呼吸作用，使水圈中白天和夜晚的二氧化碳含量有所不同。由于植物的不完全分解产生甲烷(CH_4)和氨等气体。

对于动物而言，水同样也是动物生命过程中必要的物质。它能调节体温，水质营养的丰富与否，同样也影响着动物的生长和生态。反过来动物的排泄物往往污染了水圈。动物的骨骼和介壳使各种海洋沉积物的性质有所不同。

(五)水在国民经济中的作用

水是人类重要的生活资料及生产资料之一，在远古的时代，人们就依靠水利用舟楫作为交通的联系，在物资交换、新大陆的开发及各大洲之间的联系方面，起了十分重要的作用。

随着生产力的发展，水在国民经济中的意义也就更大，人类对于水的利用也更广泛起来，同时还开展了与水流的斗争，逐渐地有效地控制了洪水。近年来，又对沼泽的开发，冰川的利用等方面作出了贡献。因此水是重要的地理因素之一，他对社会发展起着一定的加速和延缓的作用。

人类在几千年前就知道引用水来灌溉农业。古代埃及人民利用尼罗河的泛滥，进行灌溉，既提高了土壤肥力，又增加了农业生产。我国劳动人民远在2500年前，在水利事业上就有过辉煌的成就。淮南的芍陂、关中的郑国渠、四川的都江堰、都是有名的灌溉渠道工程，贯穿南北的大运河，也是世界上最长的人工河道之一。

同时河道的航运，到目前为止，仍然是一切运输中最廉价的一种交通工具，它补充了公路和铁路运输的不足。人们为了利用水运，开凿了人工河道——运河。灵渠沟通了长江和粤江二大流域，长达1700多公里的大运河，贯穿了长江、淮河、黄河、海河四个流域。苏联的伏尔加河使莫斯科成为五海之港。在世界航运中具有重要意义的有苏彝士运河和巴拿马运河，都是帝国主义利用殖民地人民的劳动力开凿的，前者沟通了印度洋和地中海，后者沟通了太平洋和大西洋，在世界航运事业上均具有极重要的意义。

当水流从高处下流时，就把势能转变为机械能，利用水能就可以作功或发电。远在3000年前中国、印度、埃及及美索不达米亚的人民就知道利用水轮机来磨粉。近代世界各国水电站的建设，提供了大量的电力，使国民经济在各方面都有了巨大的进展。三门峡水库建成后，水库的面积将达2350方公里，苏联的布拉克水库面积将达5500方公里，这些水库的拦河坝，储蓄了洪水，灌溉着农田，发展了航运事业，对国家工业化具有重要的意义。

水同时又是城市居民生活的必须饮料；工矿企业的生产资料之一。根据某些科学家的估计，制造一吨纸要消耗400吨水；一吨纺织品也要消耗100吨以上水。

盐产、渔产更直接关系到国计民生，如果把海水全部蒸干，可以形成一包围地球外壳50米厚的盐层，约为16000万亿吨，世界渔

場每年約出產 10 萬噸以上的各種魚類。

新中國隨着國家工業化的發展，將愈來愈加利用水的資源來為我們服務，最近利用高山冰川的水來灌溉，南水北調的宏偉規劃，農業八字憲法的制訂，黃河、長江、黑龍江的綜合開發和利用，將大大改變現在的面貌，使我國西北干旱地區的廣大沙漠變成綠洲良田。有人比喻水是“白色的金子”這是名符其實的。

第二節 地球上水分循環和水量平衡

(一) 水分循環

水分循環的動力是水量平衡。由於太陽輻射的熱能，使水分不斷地從液態或固態水面逸出，而進入大氣圈中，形成氣態的水。據梅那杜斯的計算每年由陸地及海洋表面蒸發而進入大氣圈的水汽約有 511,000 立方公里，而其中約有 449,000 立方公里由海洋表面蒸發得來的，海洋表面蒸發的水汽中有 92 % 直接遇冷而凝結，以降水的形式回到海洋的表面，稱為水分小循環或內部循環。余下來的 8 %，約 37,000 立方公里的水汽變成雲，運行到大陸上空，在適當的地点再凝結降落于地表，降落于地表的水一部分滲透入地下變成地下水，一部分匯集在地表，變成河流、湖泊等地表逕流，無論地下水或地表逕流其最終的歸宿仍然是海洋，這樣就構成了一個規模巨大的循環，稱為水分大循環或外部循環（圖 3）

大循環與小循環之間是密切聯系着的，不可能象天氣學那樣把降水分為外部降水與內部降水，因為當任何降水下落時，必定還有蒸發作用的存在，因此我們上面的假定是不算地面蒸發在內的，因為實際上地面直接蒸發的數字是極少的。

(二) 水量平衡

地理外殼中，水分循環是在收支平衡的條件下進行的，這個事實可以下列事實得到證明：例如江河中的水不斷的流入海洋，但海洋中的平均水面（海平面）在最近地質時期內却並未發生過大的變動。按照維爾那德斯基的意見，甚至整個地球歷史時期內，水的總量也沒有改變過。由此可以得到證明，海洋中蒸發的水量，在參加

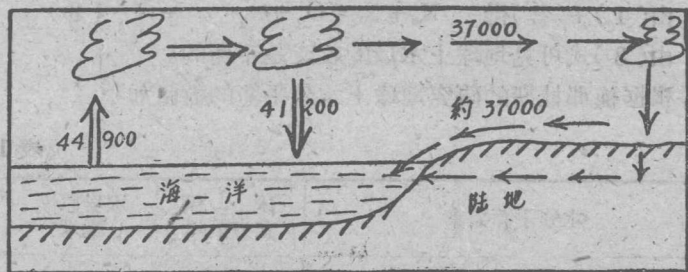


图3 地球上水分循环示意图

循环的过程中,是通过直接降水及地表逕流两种方式回到海洋的。地球上海洋表面及陆地表面水分的平衡是以下面两个方程式进行的:

海洋表面: $N_o = O_o + C \dots \dots \dots (1)$

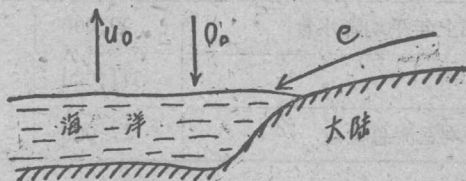


图4 海洋表面水分平衡示意图

大陆表面: $N_c = O_c - C \dots \dots \dots (2)$

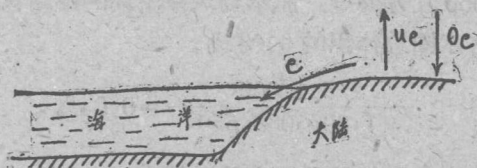


图5 陆地表面水分平衡示意图

N_o 海洋表面年平均蒸发量

O_o 海洋表面年平均降水量

N_c 陆地表面年平均蒸发量

O_c 陆地表面年平均降水量

C 年平均逕流总量①

由(1)+(2)得 $N_0 + N_c = O_0 + O_c \dots\dots\dots(3)$

由(3)式可見地球上水量的收支是平衡的。

根据梅那杜斯的研究地球上水分平衡的数值如下:

表 1

水分平衡要素		体 积 (立方公里)	水层厚度 (毫米)	%
收入	海面上年平均蒸发量	449,000	1,247	88
	陆面上年平均蒸发量	62,000	413	12
$N_0 + N_c$		511,000	1,002	100
支出	海面上年平均降水量	412,500	1,114	81
	陆面上年平均降水量	99,000	660	19
$O_0 + O_c$		511,000	1,002	100
陆地年平均逕流总量		37,000	147	7

从表 1 中可以看出地球地上的水量是平衡的, 也就是說收入等于支出。

上面已經講过水圈总重量是 1.4×10^{18} 吨, 其体积約为 1,304,068,550 立方公里, 而参加水分循环的經常只有 511,000 立方公里, 約占水圈总体积的 0.04%。

$$\frac{511,000}{1,304,068,550} = 0.04\%$$

在大气圈中水汽的量是恒定的, 約为 123,000 立方公里, 超过这个数字就要凝結而降落于地表。而海洋表面及陆地表面因蒸发而来的水汽量有 511,000 立方公里, 使大气中水汽进行不断的轉換, 一年中有 41 次之多:

① 逕流总量指一个流域內的地表及地下的水流汇集起来流至河流而排入海洋的全部水量, 其在地表的称地表逕流, 在地下的称地下逕流。

$$\frac{511,000}{123,000} = 41\text{次}$$

以上是地球上水分平衡的一般特征。如果研究地球上个别地区和具体时间内的水分循环那就显然与上述情况有所不同了。地球上有些地区经常有多余的水分，同时也有许多地区感到水分不足。但从全球范围来讲，从长期平均来看，地球上水量的收入和支出永远是平衡的，这是无可否认的事实。

第三节 水圈研究的状况

(一) 水圈研究对象及分类：

水圈研究的对象是地球表面的各种水体。也就是研究地下水、湖泊、沼泽、冰川、河流、海洋等各种水体的科学，其目的是为了弄清各种水体变化的规律，从而使它能很好的为人类服务。这门新兴的科学就称为水文学。它是一门建立在其他许多科学基础上的综合性的科学，但在发展的过程中，内容逐步充实，迨至近代，已成为一门独立的科学了。

从地球水平位置来分：又可把水文学分为陆地水文学及海洋水文学。但后者又与海洋学有密切的关系。从地球的垂直位置来分：水文学可分为陆地水文学、水文气象学及水文地质学。但陆地水文学是水文学中的主体，1939年国际水文学会规定将它分成四个部门，即：河流学、湖沼学、地下水文学及冰川学。它们之间关系见图6：

(二) 我国水文事业的发展

解放以前我国水文事业同样受到帝国主义的控制，发展很慢，即使对黄浦江、海河等河流进行一些观测及水文资料分析，其目的还是为了掠夺我国的资源。蒋介石统治的年代里，虽然对黄河、长江等大河设立了水文站进行长期观测，但其野心仍然是想更多的搜刮人民的财产。截至1947年为止全国设有水文总结18处、水文站剖入处、水位站255处。主要观测各河流的水位、流率、含沙量等内容。

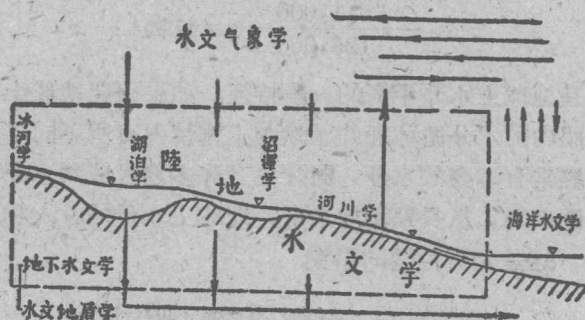


图6 水文学分类图式

1949年全国解放后，我国水文事业才得到了空前的发展。至1957年年底止，全国共有各级水文站6800余处，比解放以前增加了十多倍。同时在1955年制订了我国历史上第一部“水文测站暂行规范”，统一了水文测站的技术操作。同时在北京、南京、武汉等地建立了许多高等水利院校及中等技术学校，培养了大批新的水文工作者，大大增加了全国水文工作者的队伍。

为了对测验记录的正确起见，解放以来，在上海、南京等地试制成功了各种水文仪器，包括水准仪、流速仪、自记雨量计、自记水位仪、回声测深仪及海流计等，最近又试制成功了半导体水温计。

只有在解放以后才真正开展了水文预报工作，十年来我们逐步的对全国各主要河流的报汛和预报工作都有很大的可靠性。如1954年长江的洪水预报，1956年淮河、海河、松花江等河流的洪水预报，对下流防汛工作和减轻水灾等方面起了极大的作用。所以老百姓说：“共产党什么都知道，连洪水也能予知了”。

在水文科学的实验研究工作方面，也得到了空前的发展。几年来，对全国各地开展了不少野外调查工作，如沂沐河的水利调查，官厅水库淤积的试验，黄河人民胜利渠的稳性渠道测验，浙江山东等省的海潮实验，长江荆江段浦口段的河床实验，薄山水库的水面蒸发实验等项研究工作，都是我国水文史上空前的创举。目前我们正在对黄河流域，长江流域及黑龙江流域等进行全面的规划，对内