

陆地水文学

上册

施成熙

陆 地 水 文 学

上 册

施 成 熙

科 学 出 版 社

1 9 5 9

內 容 簡 介

本書根据陆地水文专业陆地水文学教学大纲,采用中国資料編写而成,着重敘述陆地水流动态的物理概念,并为适应讀者需要,增加部分工程水文。上册分緒論、地球上水的分布及自然界水的循环、流域及河流、河流的水源及水情、河流热的动态、化学动态及水生物情况、影响水量平衡的气候因素、逕流等七章;下册分逕流計算、河流的能量及河中泥沙、河床的演变过程、河口、湖沼及水庫等数章。

由于水文科学具有地域性,本書自始至終把水文学的理論和中国实际情况紧密地联系在一起,尽可能反映世界及中国現代水文科学的最新成就。

本書作为陆地水文专业、陆地水文学的教学用書,亦可作为水文学研究者、水利工程师、鉄道及道路工程师、都市設計工程师、軍事工程师、水文測站工作人員、高等学校河川結構及水能专业、水港专业、給水排水专业、綜合大学地理系及气象系、中等技术学校水文专业师生参考之用。

陆 地 水 文 学 (上册)

編著者 施 成 熙

出版者 科 学 出 版 社

北京朝陽門大街117号
北京市书刊出版业营业許可証出字第061号

印刷者 中 国 科 学 院 印 刷 厂

总經售 新 华 書 店

1959年9月第一版

書号:1852 字数:387,000

1959年9月第一次印刷

开本:787×1092 1/18

(京)0001—3,300

印张:16 4/9

定价:2.20元

目 录

前言	1
第一章 緒論	2
第一節 水文学的目的及分科	2
第二節 我国水文学及水文事业发展簡史	4
第三節 水文学的应用	8
第四節 研究水文科学的基本特点	9
第五節 社会主义建設时期水文工作的任务	10
結語	12
第二章 地球上水的分布及自然界水的循环	13
第一節 水的基本性質	13
第二節 地球上水的分布	16
第三節 自然界水分循环	17
第四節 人类活动对水分循环的影响	21
結語	22
第三章 流域及河流	24
第一節 河网和分水	24
第二節 流域	27
第三節 流域的自然地理特性	31
第四節 河网的特征	34
第五節 河谷和河床	37
第六節 河流的平面形势	39
第七節 河流縱断面	43
第八節 河流横断面	47
第九節 流速	50
第十節 天然水道內平均流速的推算	57
結語	61
第四章 河流的水源及水情	63
第一節 水源分类	63
第二節 雨源和雪源	64
第三節 冰川源	65
第四節 地下水源	68
第五節 水位	86
第六節 水位和流量的关系	92
第七節 流量	98
第八節 水文分区及河流分类	104

第九節	水流动态	112
	結語	116
第五章	河流热的动态、化学动态及水生物情况	119
第一節	河水温度	119
第二節	河流的冻结	125
第三節	河流的封冻	128
第四節	河流的解冻	131
第五節	河水化学动态	133
第六節	河流水生物情况	138
	結語	141
第六章	影响水量平衡的气候因素	143
第一節	流域水量平衡方程式	143
第二節	大气的成分、结构和特性	146
第三節	气温	149
第四節	地温	155
第五節	气压	158
第六節	风	163
第七節	大气湿度	169
第八節	降水	174
第九節	暴雨	192
第十節	蒸发	206
	結語	222
第七章	逕流	228
第一節	逕流形成过程	228
第二節	植物截留	231
第三節	下渗	234
第四節	地面窪陷停蓄	248
第五節	漫流	250
第六節	集流	253
第七節	河槽調節	263
第八節	逕流的特征值	265
第九節	多年平均逕流	268
第十節	洪水	275
第十一節	枯水	287
	結語	289

前 言

水文科学是具有地域性的科学,地区不同,影响水文要素变化的因素以及水文要素变化的规律亦不相同。研究和学习水文学,必须理论与实际相结合。但我国水文事业的发展比较迟缓,水文资料的整编工作,在解放以后方行开始,水文教学一向缺乏结合我国实际资料的教本,教学效率大受影响。因此,作者根据解放前后历次讲授水文学的讲稿和讲义,并依照陆地水文专业陆地水文学教学大纲,写成本书,以期适合我国水文情况的特点。

水文科学随着生产建设事业的发展而发展,在社会主义制度之下,由于大规模地开展国民经济建设事业,尤其是兴修伟大的水利工程,提供了发展水文事业的有利条件,水文科学亦有长足的进步。本书在编写时,除上述结合我国实际情况以外,并随时注意反映我国及世界水文科学发展的水平,将最新而比较成熟的经验和理论,予以介绍,但因资料所限,恐尚未能反映全面的情况。

水文科学的发展过程,系本着地理的综合、工程的数理统计及物理的成因分析三个方向前进,但此三者并非相互对立,而系相辅相成的。本书将此三个方向加以融合,而尤其着重叙述各种水文现象发生过程的意义。因此,关于河流水源的分析、影响水量平衡的因素、逕流形成过程、泥沙运动及河床演变过程等,均有比较系统的介绍。使读者于研究水文和接触水文工作时,对于水文现象能具有明确的物理概念。

本书预定为陆地水文专业陆地水文学教学用书。但鉴于我国各河流域水利综合开发规划的编制,“1956年到1967年农业发展纲要”(修正草案)的实施,以及其他国民经济建设计划的拟订,均须进行水文计算等工作。因此,为使广大读者对于解决此项问题有所帮助,故增列此项章节。

本书编写于课余之暇,时间有限,虽经多次试教,反复修改,但错误之处,恐仍难免,尚祈国内外水文工作同志,不吝赐教,俾再版时得以改正,是所企盼。

承薩莫依洛夫教授对本书结构,唐振緒教授对本书内容多所指正,华东水利学院水文系部分教师及进修教师代为搜集资料或提出意见,未能一一列举,均附此誌谢。

施 成 熙 1958年2月于南京

第一章 緒 論

第一節 水文学的目的及分科

一、水文学的定义及其与其他学科的关系

水文学是探求地球上自然界中水的各种现象和运动规律的科学,而陆地水文学,则是水文学的一支,专为研究大陆表面上水的动态的科学。由于水不仅存在于地球上的江、河、湖、海之中,还化为水汽,浮游空间;有的渗入地下,在地层内流动。因此,水文学和气象学、地理学、地貌学、土壤学、地质学及研究大气圈与岩石圈的其他学科,彼此间的关系都很密切。

为了利用水的资源和控制水的灾害,须了解大气中降水的成因和分布状况。因此,水文学首先研究和降水有关的气象因素,如气温、气压、风和湿度等。把水的来源和数量了解清楚后,进而研究与水的去路有关的动态,其中包括从水面、地面和植物叶面的蒸发,地面上水分的下渗,地下水的运动,地面逕流的变化,河流中泥沙的冲刷和淤积等问题。

二、水文学的分科

由于地球上的水在发生过程中以及在人类的利用中都具有不同的特点,因此,研究这些对象的水文学,又可分成若干学科:

1. **水文气象学** 研究与水文和水利工程有关的各种气象要素。
2. **河流学** 也叫做江河水文学,研究江河中水流的变化规律、泥沙的运动状况、河水的温度情况及结冰现象、河水化学成分、河水性质与水生物的关系等。
3. **湖泊学** 或叫做湖泊水文学,研究湖泊的形态、湖水物理性质与化学性质、湖水的运动、湖泊对于水流调节的作用、湖水性质与水生物的关系等。
4. **沼泽学** 或叫做沼泽水文学,研究沼泽地区地下水位的变化、地下水的运动、逕流及蒸发等变化、沼泽水文情况与植物的关系等。
5. **冰川学** 研究冰川的成因和动态、冰川的消长、冰川与逕流的关系等。
6. **海洋学** 或叫做海洋水文学,研究海水的物理性质和化学性质,海中波浪、潮汐和海浪,海中泥沙等现象,海水性质与水生物的关系等。
7. **水文地质学** 研究地下水的来源和动态,在水文部门从事于地下水的研究,可能比较正确地叫做地质水文学。

以上所述的研究对象,彼此间的关系极为密切,它们有很多共同的地方,研究的方法也大致相同,但同时它们之间也有着很大的区别。

对于每一对象,根据工作需要,可按不同的目标进行研究。当进行流域水利綜合开发,編制技术經濟报告、設計任务書及技术設計之前,必須搜集有关資料,进行相应的調查,这是水文学領域內一門独立的学科,叫做水利調查。它是敘述陸地水和海洋調查的方法。

在研究每一对象水文要素变化之时,首先应觀測其变化的大小,所有涉及測量水文要素的方法及測量仪器等問題,构成一門水文測驗学。它又可分为水文气象觀測、河流水文測驗、湖泊水文測驗、沼泽水文測驗、冰川水文測驗、海洋水文測驗及地下水水文測驗等。但目前仅水文气象觀測、河流水文測驗和海洋水文測驗形成独立的学科。

为了国家的社会主义經濟建設計划及国防建設計划的需要,就各个水体的动态和水利資源等,作区域的綜合,系統的敘述和全面的說明,这是另一門專門学科,叫做水象学,或叫做水文地理学。水象学也可分为河流水象学、湖泊水象学、沼泽水象学、冰川水象学、海洋水象学和地下水水象学等。

由于国民經济的发展,水利工程及其他基本建設計划設計上的需要,或根据水文統計,推求水文要素在時間上的变化;或根据經驗公式,推求数量上的多寡;或配合建筑物的规划設計,进行水流調节的計算,因而形成独立的水文計算学科。水文計算亦可按照对象加以划分,但河流水文計算,主要是逕流計算及水利計算的发展,最为迅速。

根据水文要素觀測成果,对未来的水文情况,作先期的推測和預告,是水文預报的任务。其中水文气象預报、河流水文預报和海洋水文預报,由于国民經济建設事业的开展,已有长足的进步。

研究水体运动的力学及其关系因素如泥沙运动,河床、湖岸、海岸等演变过程,是另一門流体动力学的学科。时至今日,水文气象动力学或叫做动力水文气象学、河流动力学、海洋动力学及地下水动力学等,已形成为独立的学科。

表 1 水文学科組合表

空中水	水文气象学		水文气象觀測	水文气候学	水文气象計算	水文气象預报	水文气象动力学	
地面水	河流学	河流水利調查	河流水文測驗	河流水象学	河流水文計算	河流水文預报	河流动力学	河流水文化学
	湖泊学	湖泊水利調查	湖泊水文測驗	湖泊水象学	湖泊水文計算	湖泊水文預报	湖泊动力学	湖泊水文化学
	沼泽学	沼泽水利調查	沼泽水文測驗	沼泽水象学	沼泽水文計算	沼泽水文預报	沼泽动力学	沼泽水文化学
	冰川学	冰川水利調查	冰川水文測驗	冰川水象学	冰川水文計算	冰川水文預报	冰川动力学	冰川水文化学
	海洋学	海洋水利調查	海洋水文測驗	海洋水象学	海洋水文計算	海洋水文預报	海洋动力学	海洋水文化学
地下水	水文地质学	地下水水利調查	地下水水文測驗	地下水水象学	地下水水文計算	地下水水文預报	地下水动力学	地下水水文化学

水文化學是水文學領域中另一門獨立的學科，它是分析水的化學成分，研究各地區水的化學特性和預測水質變化等，以供農業、灌溉及都市給水等工作上需要。今後國民經濟建設事業日益發展，河流水文化學、湖泊水文化學、海洋水文化學及地下水水文化學等，將獲得迅速的發展。

上述水文學科的組合，綜合如表 1。

第二節 我國水文學及水文事業發展簡史

一、歷代水文學及水文事業的發展

水文學的調查研究，具有悠久的歷史，它的發展過程是和社会的發展過程分不開的。遠在紀元前 2000 多年，我們的祖先為了和黃河洪水作鬥爭，經常提防着水情的變化，注視着天氣的陰晦。在紀元前 2000 年，非洲埃及人已經知道洪水期中對尼羅河的水位作經常的觀測了。在蘇聯，最早的水位觀測是在紀元前 1000 年，據確定在塞拉夫森河及阿姆河下游最古老的灌溉系統中，使用過不同的水尺。

由於我們的祖先在與洪水鬥爭中積累了不少的經驗，約在紀元前 400 年已具備了初步的水文知識，基本上掌握了水的變化規律。例如禮記月令篇里說：“季春之月，命司空曰：時雨將降，下水上騰，循行國邑，周視原野，修利隄防，道達溝瀆，開通道路，毋有障塞。季夏之月，土潤溽暑，大雨時行。孟秋之月，命百官始收斂，完隄坊，謹壅塞，以備水潦。”關於河流冬季狀況的記述，在同一篇裏說：“孟冬之月，水始冰，地始凍。仲冬之月，冰益堅，地始坼。季冬之月，凍方盛，水澤腹堅，命取冰，冰以入。孟春之月，東風解凍，蟄蟲始振，魚上冰。”

古代雖無一年內逕流變化的具體記錄，但就漲水時節的不同，給以不同的名稱，作為修防的標準。例如宋史河渠志稱：“立春之後，東風解凍，河邊人候水初至，如漲一寸，至夏秋大汛，定漲一尺，歷有信驗，謂之信水。二、三月桃華始開，冰泮雨積，川流猥集，波瀾盛漲，謂之桃華水。……朔野之地，深山穹谷，固陰沍寒，冰堅晚泮，迨乎盛夏，消釋方盡，而沃蕩山石，水帶礬腥，併流於河，故六月中旬後，謂之礬山水。……十月水落安流，復其故道，謂之復槽水。十一月、十二月斷冰雜流，滿河洶凌，乘寒復結，謂之盛凌水。水信有常，率以為準，非時暴漲，謂之客水。”

關於河水挾沙的理論，則隨着治河工程的進步而發展，明神宗萬曆六年（1578 年）潘季馴倡議：“隄決而水分，非水合而隄決也。……水分則勢緩，勢緩則沙停，沙停則河飽，尺寸之河，皆由沙面，止見其高。水合則勢猛，勢猛則沙刷，沙刷則河深，尋丈之水，皆由河底，止見其卑。築堤束水，以水攻沙，水不奔溢於兩旁，則必直刷乎河底。”此項論述，實已說明水流速度與河床沖淤的關係了。

關於水道的記述，見之於記載的，最早當推山海經和禹貢。山海經的大部分，大致作於春秋之末，戰國之初，而禹貢大約作於戰國的時候。山海經為匯集我們祖先原始地理知識的書籍，敘述水道源流，只因參以神怪，遂覺不足憑信；禹貢依托夏禹治水的故事，所言水道，到現在大部還可以考證。

至於專記水道的書籍，我們祖先有水經一書，作者的姓名，傳說很多，可能為東漢曹魏間人陸續完成的作品，後魏酈道元加以註釋，其後經各家加以校訂。流傳至今，有水經注四十卷，主要記述黃河、淮河和長江三水系，不但詳細描寫水道的源流及干支流，也述及灌溉、航運和水力情況。

清傅澤洪著行水金鑑，共 175 卷，綜合以往水利書籍，詳述四瀆分合、運道沿革，以及水利興廢。卷首繪有許多圖幅，內容多摘錄各書原文，而以時代類次，得此一書，上下數千年間水道地形的變遷，得知概略。

河流和湖泊除用文字記述外，尚可用地圖來表示，中國至遲在六國時已有地圖。劉邦入關，蕭何收秦圖籍，漢代以御史中丞掌管圖籍。唐代取方員外郎掌天下的地圖，由各州府每三年或五年造送一次，凡山河的改移，隨時加以改正。宋以閏年進圖一次。

與水文有關的氣象知識，在紀元前千余年殷墟甲骨文字中許多卜辭，都為要知道陰、晴、雨、雪而流傳下來。在史記天官書中，氣象和天文是混為一談的，從西漢以後，關於特殊的氣候，如大旱、大水、大寒、霜、雪、冰雹等記載，不但繼續增加，而且記錄的範圍，也跟著版圖的擴充而推廣。以迄明、清二朝，天氣的記錄更加詳細，北京的晴雨記錄，從雍正二年（1724 年）起到光緒二十九年（1903 年）止，凡 180 年之久，每次所下雨、雪，統計載有日、月、時辰，但未註明尺寸。

至於天氣中各項現象的理論解釋，漢王充的論衡里舉了許多例子，破除了當時對雷、電、冰雹的迷信。北宋沈括，留心天氣預告，他的預告還很正確，南宋朱熹則很留心雲、雨生成的道理。

在氣象儀器創造方面，後漢張衡於陽嘉元年（132 年）造候風地動儀，這種儀器要比西洋屋頂上的候風雞早一千年。宋秦九韶撰數書九章，其中卷一有算題，計算當時各地所用的天池盆和圓罌觀測的雨量，化算為平地的降雨深度，又將峻積驗雪和竹器驗雪，化算為平地的雪深。到明永樂末年（1424 年），令全國各州縣報告雨量多少，當時各地所用的雨量器計長一尺五寸，圓徑七寸，到清康熙、乾隆年間，陸續頒發雨量器到國內各縣和朝鮮。乾隆庚寅年（1770 年）所頒給朝鮮的雨量器，高一尺，寬八寸，并有標尺以量雨的多少，器都是黃銅所制，在西洋則到十七世紀才用雨量器。

祖國水文事業的記載，最早見於華陽國志，該書卷三所記：秦孝王時（紀元前 316 年），李冰為蜀守，“自湔堰分穿羊摩江，灌江，西于玉女房下白沙邨，作三石人，立三水中，與江神要，水竭不至足，盛不沒肩”。此即希望在灌溉時期的水位，能與灌溉所需水量相符合，其後塗刻分划于寶瓶口的岩石上，叫做水則，每划一尺，用作測量水位的高低。後來各地灌溉航運和江河修防等工程，也都安設水則，測量水位，作為閘壩启閉、河堤防汛的標準。

至於在一個區域內，進行相當廣泛的水文工作，則在北宋宣和元年（1119 年），于浙西設立許多水則碑，測量陂、湖、涇、浜、河渠等水位，凡向來蓄水、灌田、通舟之處，都經當時官吏按券，打量丈尺，並將地名四至，刻在石上，立碑很多，其在吳江垂虹亭所設的，至明正德時（1506 年）還存在。

关于流量的测量,在清康熙时,河道总督靳輔的幕客陈潢,有测水法,謂:“水流速,則如急行人,日可行二百里,水流徐,則如緩行人,日可行七、八十里,即用土方法,以水縱橫一丈,高一丈为一方,計此河能行水几方,然后受之;其余者,皆以計宣洩之。”

二、近代水文科学及水文事业状况

水文学的起源虽很早,但以往是分散在河工学、水力学及地質学等文献中。至十九世紀初叶,由于生产上的需要,推动了地下水和河流水力学等的研究,以及流量的测算,水文学已漸漸形成一門独立的学科。在十九世紀中叶,已有水文学专書問世,并有各种水文要素观测成果的公布。此后,水文学的发展,随着生产上需要的增长,已变为一完备的学科,并再扩展成若干分支学科。

我国近代的水文科学于十九世紀末叶方发展起来,当时英、法、德、日、美等帝国主义者相繼入侵我国,进行經濟侵略,夺取內河航行权,海关的管理大权也落在外人手中。各地海关为便利外輪的航行,常設站观测江河水位,用以推算航行的深度。至各地水利机构成立后,才逐漸由水利机构接办。

最先进行水文工作的水利机关为江淮水利測量局,該局于1912年起观测淮系各河道的水位和流量,但多系片断的进行,淮河中游蚌埠的水文記載,于1915年后,較為完整。华北各河流的水文工作,于1918年开始,先于潮白、温榆、滹沱等河設站,次年又于永定河进行观测,后来推广到其他重要河流。但蘆沟桥的水位記載,則始于1819年,并测有流量。黄河流域的水文工作于1918年开始,当时順直水利委员会于陝县、滎口設站观测水文,惟施测流量为期甚短,水位、含沙量等記載,也时有中断,至1933年,黄河水利机构成立后,添設测站較多。长江的水文工作,先由海关开始,于1868年,已在汉口施测水位,至1922年,水利机构成立,設立了很多测站,虽各站的水位記錄比較长,但連續的流量和含沙量記錄則很少。太湖流域的水文工作,于1920年开始,因水系复杂,并受潮汐的影响,設站較密。珠江流域的水文記載,最早的为梧州站,自1900年开始,至1915年治河机构成立,設立水位站多处,1935年以后始有流量記載。东北的水文工作,于1921年开始,在辽河干流唐家窝棚設站观测水位,至1933年,日本帝国主义为了掠夺水利資源,进行辽河水系調查,在干支流普遍設立水尺,从事搜集資料,其后,漸次扩展至东北各水系。至于西南区各河流的水文工作,則自1938年起陸續設站观测。台湾的水文工作,因日本帝国主义欲利用殖民地的資源,发动侵略战争,其“內务局”和其他水利組合,开始就少数河川,断續地施测流量,解决防洪与灌溉用水問題,嗣以开发水力,研究全省蘊藏量,于1936年,筹設水位观测所及测水所,办理調查測驗工作。測驗的項目,仅有水位和流量,虽台湾各河含沙頗多,北部許多河流,尤为混浊,但并未施测含沙量。

与开展水文測驗的同时,各水利机构,对于各河流也进行了調查研究工作,其中以南通的长江水道研究开始最早,因1908年至1915年間,南通张謇鉴于长江江岸受江潮冲击,坍削甚剧,势且危及县城,乃設立保坍会,进行水道勘测,并筑埝逼溜护岸。

至于水道調查的方法，除在地面上进行外，于1930年，浙江水利局首先采用航空測量，施測錢塘江的地形。1937年抗日战争爆发，各水利机构迁至后方，曾就西南、西北地区水道进行查勘，出版有查勘报告二册。

至于近代的气象事业，因帝国主义进行文化侵略，法人哥比神父于乾隆八年(1743年)在北京作气象观测。其后耶稣教会教士阿弥倭，于乾隆20年到25年，在北京作过5年的观测，其結果統印行于巴黎数理杂志中。道光21年(1841年)，俄国教会在北京作有系統的观测，后由帝俄中央科学院进行至光緒九年(1883年)后，逐漸停頓。在华东和华南，外国人所設的气象台，以上海徐家汇为最早，成立于同治十二年(1873年)，其次为香港与青島观象台，于光緒年間为英、德二国政府所創。我国自办的現代气象事业，則始于1912年在北京設立的中央观象台，次年成立了气象科。最初观测仅限于北京一地，后虽曾添設庫倫、张北、开封、西安等测候分所，但至1924年分所都先后停頓。1927年气象研究所成立，該所并在各地自設测候所，进行观测工作。至于水利机关施测气象，多由水文站办理，測驗項目偏重于雨量、蒸发量和气温等。

三、解放后的水文事业*

我国水文事业虽开始很早，对于防洪、灌溉、航运都有了很大貢獻，但由于长期的封建統治，进步迟緩。解放以前并由于水文測站分布不足，設備簡陋，經費困难，制度紊乱，致所有記錄断断续續，亦未加以整理、分析、研究。解放以后，改变了社会制度，因大規模地开展国民經济建設，急迫需要水文資料，所以特別重視水文建設。数年以来，已有很大的发展。

在水文測驗方面，測站的数量年有增加，截至1957年，全国各級水文測站已发展到6814站，并于1956年开始，进行了全国水文基本站网的规划工作，計劃中的基本站数約9500处，决定于1960年前全部建成。操作方法亦时在改进，并制定了水文測站暫行规范和各种技术性文件，統一了全国測驗技术标准。仪器測具已創制多种，其中有长江56型記錄式回声測深仪，半导体水温測量器，真空式泥沙采样器等。

在水文資料整編方面，于1949年首先在南京成立水文資料整理委员会，組織大批力量，将历年积存的江淮水文資料，加以統計、整理、刊印公布。其后水利部水文局及各省主管水文机构相繼整編，至1956年，把全国解放前历年积存的約44,000余站年的水文資料，已基本上整理結束。1957年起，已基本上做到当年的水文資料于次年編整完竣。

在水文分析計算方面，当編制黄河、淮河、辽河、海河、长江等流域规划技术經济报告之前，都进行了大規模的水象調查和洪水調查。在編制报告时，于水文計算工作中，創造了若干适合于我国水文特性的大河水文計算方法，例如在黄河方面，为了解决干支流上水庫羣对于防洪的綜合运用，拟定了洪水遭遇的計算方法；在淮河方面，由于水文資料比較缺乏，制訂了計算洪峯流量和洪峯滯时等經驗公式。

* 由于本书脱稿較早(1957年)和搜集資料不够全，故本段还未能全面地反映我国解放后水文事业发展的情况和1958年大跃进情况，有待今后修改补充——編者。

在水文預報方面,自1951年起,在報汛工作的基礎上開展洪水預報工作,編制了各個洪水災害嚴重河流的洪水預報曲線圖,并于1954年召開洪水預報工作座談會,總結并編寫出洪水預報方法一書。至1957年全國已有25個預報中心,預報河段總長達35000公里。枯水預報、冰情預報及長期預報等工作,也已逐漸開展。

在水文科學研究方面,除了科學院地球物理研究所、中央氣象局氣象科學研究所進行氣象研究及水利科學研究院水文研究所和泥沙研究所、鐵道科學研究院水文組、中國科學院地理研究所水文地理組和湖泊組等單位進行水文的綜合研究外,各地區還展開了各種水文實驗研究工作。例如于1950年及1951年在沂沭河流域新開的河道上,進行了大規模的行水測驗,1953年起開始在官廳水庫進行了大規模的水庫泥沙測驗研究工作。至1957年開展了河口研究工作,于錢塘江口先行設立研究站,進行河口的觀測研究。此外還有黃河人民勝利渠上穩性渠道測驗,淮河支流北淝河上逕流形成過程實驗,浙江、山東等沿海的海潮實驗,官廳、薄山等水庫的水面蒸發實驗,以及長江荊江段、浦口段、永定河蘆溝橋下游河床演變過程觀測工作。這些水文科學研究工作,對於國民經濟建設已起了一定的作用。

第三節 水文學的應用

由于水在農業上、工業上、運輸上和國防上都具有非常重大的意義,因此,為了正確地處置國家水利經濟及修建水利工程,現代水文學必須解決下列問題:

1. 根據水象調查的資料,敘述一地區的水文情況及其影響因素,作為編制流域綜合開發技術經濟報告的參考。

2. 推求流域特性及河系特性,以決定不同因素對流域內水文動態的影響程度。

3. 估計流域上降水量并分析暴雨特性。

4. 估計流域表面總蒸發量及設計的水庫和渠道等水量損失。

5. 研究流域和湖泊等水量平衡。

6. 研究逕流形成過程,尤其是洪水的形成。

7. 研究河流中泥沙的來源及其運動情況。

8. 研究河水的溫度變化、冰凌情況、化學性質及生物情形。

9. 推求水文各種特征值,如最大流量、最高水位、最小流量、最低水位、正常逕流量、正常輸沙量、逕流的多年變化、輸沙量的多年變化、一年內逕流的分配及一年內輸沙量的分配等。

10. 研究建築物對於水流的影响及建築物對上下游河床的影响。

11. 研究河床演變過程。

12. 預報所有水文動態的基本要素,如降水量、水位、流量、河水凍結和解凍等。

13. 研究海水的物理性質、化學性質和生物情況。

14. 研究海洋動力學,例如潮汐、波浪、海流等等。

15. 研究海岸的變遷和海中泥沙的動態。

水文學不論和水利工程、交通工程或工業建設等關係都很密切,在進行基本建設

計劃時，必須掌握水文資料，了解水的變化規律，作為規劃設計的依據。如缺乏實測的水文資料，則須通過水文計算，間接推求設計所需的水文數據，否則盲目施工，可能遭致如下的損失。

1. 估低了最高水位和最大流量，到了洪水時期，建築物將被洪水沖毀。例如1950年6月24日浦陽江洪水，沖毀浙贛鐵路3.7公里，交通阻斷多日，電訊也告中斷。又如1954年夏季江淮洪水，京漢、粵漢、寧蕪等路，亦受洪水影響，略有阻斷，個別水工建築物，或被洪水沖毀，或由於沖刷劇烈，未能發揮應有功效。估低了含沙量，泥沙淤沒建築物，減少使用年限，如台灣花蓮木瓜溪於1941年及1943年曾建清水第二及銅門兩發電站，共發電29,000瓩，完成不久，河床淤高10公尺，厂房沒入土內，完全毀棄。

2. 估高了流量和含沙量，工程設計過於安全，建築物不能充分利用，遭致巨大的浪費，例如四川眉山醴泉渠完成后，灌溉期間河水很小，引水輸水設備未能充分利用。

3. 缺乏水文資料，不能掌握水的變化規律，工程實施時，尤其水下工程的施工過程中，可能發生意外，延緩工程的進展。如淮河鐵橋于施工過程中，曾有圍堰被水漫溢事情；又如佛子嶺水庫施工時，由於1953年的洪水，沖失器材甚多。

4. 水利工程完成后，在管理運用時，缺乏長期的水文資料，不能預測水的變化規律，難於及時地并經濟地加以運用。

第四節 研究水文科學的基本特點

一、概 述

影響水的動態的因素很多，變化複雜。進行研究時，應注意下列要點：

1. 地域性 水文要素的變化具有地域性，因地形和位置的關係，各地氣候多不相同。例如：國內南方多雨，北方干旱，二者數量相差很多；且南方的雨量，四季分布較均勻，北方則多集中於夏秋之間。又如各河流因流域地形的差異，雖同樣的受水面積，承受同樣的雨量，但引起逕流的變化不盡相同。如河流經行地區的土壤不同，又引起含沙量的差異，例如：黃河的流量比較長江小，但是泥沙卻比較多。海洋中一般都有潮汐現象，但由於海邊地形的不同，因之河口段感受潮汐的影響也有差異，即就長江和黃河而論，長江的潮汐影響遠至大通以上，而黃河僅在河口微有潮汐影響而已。故水文變化的規律，受地域影響不盡相同。根據某一區域資料導出的經驗公式，僅適用於與這一區域自然地理相同的情況。

2. 連續性 水的變化規律，系從長期的記錄中統計分析得來，短期的記載不能概括極端的變化，容易引出錯誤的結論。例如斷斷續續的流量記載，如遇洪水年份恰巧停止觀測，所有記錄都在干旱年份，由此推算出來的最大流量用之于設計方面，一定會使工程失敗。

3. 不重複性 由於影響水文要素變化的因素較多，因此，水的動態，並無重複和完全相同的可能。即以周期性的潮汐現象而言，因日、月相互位置時在變動，加之海岸地形的影響，沒有前後完全相同的潮汐現象，而當江河中的水流在極限變化時，進

行測量最大流量，稍縱即逝，故應克服一切困難，測得此項可貴的數值。

4. 統一性 研究水的變化規律，要全面着手。因一流域的水情變化，在上下游、干支流是息息相關的，故研究流域的水文變化規律，須將流域視為一個整體，流域內各站要有統一的标准，採用統一的方法，才能得出正確的成果。解放以前各河流水文測站，有的沒有統一的水准基面，有的沒有統一的操作方法，也有的沒有統一的測驗時間，于整理分析中，遭遇到極大的困難。

5. 周期性 水文要素的變化，如上所述，雖極複雜，但由於影響的因素比較固定，若記錄時間很長，可以發現有周期性的變化。如氣溫、氣壓、日照、潮汐等為日周變化，雨量、流量等常為年周變化，旱潦為長周期變化。如將所有資料加以分析，可以預測將來可能產生的現象。

二、研究水文學的方法

由於各地氣象要素及各河流域的地形、地質、植物被復等情形不盡相同，因此水情變化異常複雜，要找尋它的變化規律，首先根據研究對象，設站觀測。設立測站，要有控制性和代表性，如測量河內流量，須能測得上游的全部來量；測量氣象要素，要能代表這一地區的氣候變化，所有記錄須準時、正確、長久不斷，才有應用價值。

累積了大量實測資料以後，加以整理，或應用地理的綜合方法，即認為氣象要素及其他地理景觀要素的分布，常具有地帶性，尤其在平原地區，更為顯著，因而求出各測站水文要素變化的各特征值，繪制各種等值綫，得出水文要素變化在平面上分布的規律。或應用工程的統計方法，計算水文要素在時間上的變化，推求時要有長期的連續的資料，才能求出較為可靠的成果，如用短期的記錄，及斷斷續續的資料，統計的結果，可能產生很大誤差。

當資料不足時，尚須採用物理的成因分析方法，分析時將所有各種水文要素，視為一個整體，然後由各種具體現象，深入分析自然現象間的真實關係，研究各個要素的變化原因，分析的結果，可求得現象本身的變化法則。因此分析中，常須進行短期的實驗，求出影響水文要素變化的因素，以及各個要素間的相互關係，根據觀測的記錄及實驗的成果，考慮流域自然地理情況，推求某些特征數值。

近代水文科學研究的途徑是地理的綜合，工程的計算及物理的分析三者相輔相成，而研究的方法則採用野外觀測與室內或場地實驗相互結合的原則進行。

現代水文學尚停留在探索時期，研究的方法還不夠完善，一些便於說明水文過程本質的事實觀測得還少。因此，在水文研究工作中帶有或多或少的誤差，並非絕對精確。此外，有許多水文要素間的關係，亦不能以數學方法加以證明，在研究中帶有很多粗略而簡化的假定。由於國民經濟建設飛躍的發展，對於水文學的要求迫切，仍不得不在水文學中非常廣泛地應用近似的經驗公式。

第五節 社會主義建設時期水文工作的任務

自從原始社會，進入漁牧時代，由於人類生活方式的改變，逐漸從高原地帶移居

到江、河、海、洋沿岸,人和水的关系也逐漸密切起来。人类愈进化,人和水的关系也愈密切,日常生活需要水来飲用,农业耕作需要水来灌溉,交通航运需要水来行舟,工业生产需要水来发电,水已成为人类不可缺少的东西了。但水能兴利,也能为害;水能載舟,也能复舟;水能灌溉,也能泛滥;其关键在于人們能否認識水的变化規律和掌握这些規律。認識的过程是首先設站观测水文要素,然后根据測得的資料加以統計、分析、研究,最后找出水的变化規律。認識了这些自然規律之后,估計到水位的高下、流量的多寡、含沙量的消长、結冰时期的长短,就可以利用水的資源和防止它們可能引起的災害。例如把洪水用水庫拦蓄起来,作为发电、灌溉、养魚和改善航运之用,把水的破坏力引导到为社会造福的方面。

为了实现国家社会主义工业化,必須兴修工厂,增加工业生产。在进行基本建設选择厂基时,要考虑到当地的洪水位和地下水情形,以及作为水源的那条河流的水文变化規律,例如:第一个五年經濟建設計划时期苏联帮助我国建設的156項工业建設,几乎每一項工程都迫切需要水文資料。在建成工厂投入生产时,运轉机械所需电力,由于煤的开采运输耗費較巨,火力发电成本較貴,而水力发电不但使厂内清洁卫生,且成本低廉,故社会主义以至共产主义的电力建設,偏重水能利用,但利用水能,要搜集完整的水文資料,才能进行规划設計。因此,水文工作者在調查水利資源方面,現在和将来都有着十分重要的責任。

至于农业社会主义改造,在完成全国农业合作化以后,必須增加农作物的产量,增加产量,不但可以改善农民的生活,对于国家工业化也有重要的意义。它关系着国家在农业方面积累工业建設資金,它关系着工业原料和城市商品粮食的供应。过去經驗証明,要增加产量,应增加生产資料,其中除土地、肥料、农具等外,即为兴办水利工程,消灭水旱災害。为了达到这个目的,“1956年到1967年全国农业发展綱要”(修正草案)中曾提出,兴修水利,保持水土。但在修筑工程之时,必須以水文資料作为根据;綱要中并提出,建成水文的和气象的台站网,加强危险的天气預报,其中当包括洪水預报在內,那更是水文工作的經常任务了。

发展交通运输业,加强城乡物資交流,是巩固工农联盟的方法之一。无论修筑公路和铁路、港湾和碼頭,都需要有关的水文資料,而改善天然河道的通航条件,也要經過水利調查研究,搜集足够的水文資料,才能进行。

实行河流的綜合利用,是社会主义国民經济建設的根本原則之一。黃河流域綜合利用规划業已完成,在进行规划时,据統計,水文方面的工作量占全部规划工作量的1/3。現在长江流域规划、珠江流域规划、海河流域规划等,都将先后完成,在进行规划之初,必須搜集、整理水文資料,从事水文計算和水利計算。在规划完成之后,施工之前,尚須进行技术設計,在此阶段,对于水文工作的要求不但沒有減少,而且需要更正确的和更詳細的水文資料及水文計算。即在工程完成之后,运行之时,为了更有效地發揮工程的效用,仍需要推求水文变化規律,作为管理的根据。

为了建設現代化国防,修筑陆地飞机場时,要研究当地的水文地質和洪水情况;修筑軍港时,要了解軍港所在地海水的物理性質和潮汐、波浪、海流等特性。在設置

渡口,布置水上飞机場时和組織水上运输时,正确的水文資料更具有重要的意义。

我国水文科学的水平,近年以来虽有相当的提高,但其中除水文資料整編工作已取得比較显著的成績以外,尚有部分学科,如湖泊学、河口学、沼泽学、水文化学、水文物理等,尚未开始研究。水文現象的特点之一是具有地域性,已如前述,有許多涉及水文学的問題,都不能直接搬用外国的方法,而必須根据长期观测資料,或通过实地的实验研究,方能得到解决。为了能及时地解决社会主义建設中各方面有关水文的重大問題,以适应国家經济建設的需要,必須开展水文科学研究工作,爭取于短时期內到达国际先进水平。

根据上述,在社会主义建設时期,無論在国民經济建設方面,或在科学研究方面,水文工作的任务是繁重的。为了加速社会主义的建設,要普查全国水利資源,整理分析观测的資料,开展实验研究工作,了解水情变化規律,并掌握这些規律,以便控制水患,并有計劃地,有步驟地加以开发利用。

結 語

水文学是探求地球上自然界中水的各种現象和运动規律的科学,而陸地水文学則仅是研究大陸表面上水的动态的科学。按照研究的对象,水文学可分为水文气象学、河流学、湖泊学、沼泽学、冰川学、海洋水文学和水文地質学等学科。如按照研究的方法,則水文学包括水利調查、水文測驗学、水象学、水文計算、水文預报、流体动力学及水文化学等各个部分。

水文学的萌芽,远在紀元前 400 年,礼記月令篇里已載有水的变化規律;其后,河渠志、水經注、行水金鑑等也有涉及水文学的知識。秦汉以后,各地灌溉、航运、修防等工程,并都安設水則,观测水位,以至明、清,各地并进行观测雨量,对于交通和农业具有很大貢獻。至于現代水文事业,則于 1743 年及 1868 年分別在北京及汉口开始气象观测及水位观测。解放以前,水文事业并未得应有的重視与发展,至 1949 年,全国仅有測站 353 处。解放后,水文事业受到有关方面的重視,至 1957 年底,全国水文測站已有 6814 处。仪器設備也有了充实,工作的質量已大为提高。

水文学对于水利工程及其他工业建設的关系都很密切,在进行基本建設计划时,必須以水文資料作为规划設計的依据,否則無論估低或估高了水文数据,必将导致浪費,甚至使工程失敗。

研究水文学的步驟,首先是設站观测,积累資料;其次是整編資料,加以綜合分析,并进行实验研究,找出水文要素变化的規律。此外,研究水文現象时,应注意地域性、連續性、不重复性、統一性、周期性等要点。

在社会主义建設时期,不論是实现国家社会主义工业化或是发展农业建設,交通运输业和建設現代化国防,都有繁重的水文任务。由于社会主义建設事业的跃进,向水文科学工作者提出許多新的要求,因而推动水文科学的研究,提高水文科学的水平,同时由于水文科学水平的提高,也帮助着社会主义建設事业的前进。