

水文讲义

(地理系二年级用)

景才瑞 编

华中师范学院地理系

編者說明

水文学的内容色括的很广泛，这一点在緒论中就可以表現出来。作为地理系的师生来说，我們偏重于水文地理学的方向，是对整个水文学的动态和水利资源等作系統的叙述和全面的說明。讲义中的材料，綫论系自“陆地水文学”上册，因为此結合中国的情况较多，其他多系自华专师大的教材；部系是編者自己編写而成的。总的來說这部教材很不成熟，希望大家提供意見，在下次修改时能够大砍大补，使它成为一部符合地理系需要的水文学讲义，附录四篇都非常重要，具有重大的现实意义，是我們主要的参考資料，希望大家能认真閱讀。

墨凡瑞

1960.1.5. 华中师范学院地理系

水文学讲义 (目录)

景才瑞 稿

绪论 水文学的基本问题

第一章 水在自然界、人类生活及国民经济中的意义

一、水圈的一般基本概念

二、水在自然界中的意义

三、水在人类生活及国民经济中的意义

四、生资本主义和社会主义条件下水利资源利用的质的差别

第二章 水的循环

一、外部水分循环和内部水分循环

二、水分在地理外壳中的平衡

第三章 地下水

一、含水岩石的性质

1. 空隙

2. 空隙率

3. 岩石的水容量

4. 岩石的透水性和不透水性

二、岩石空隙中水的各种不同状态

三、岩石空隙中水的运动的力学作用

1. 分子力作用

2. 重力作用

3. 热力作用

四、永久冻结

五、自由水和自流水及其地表的暴露

1. 自由含水层

2. 自流水

3. 在水带的水在地表的暴露——泉与井
- 六, 矿水
- 七, 地下水分类
- 八, 地下水的补给系统及其自然条件对它的影响
- 九, 土壤水
- 十, 地下水对于国民经济的意义

第四章 河流

一, 河流现象概述

1. 水系
2. 流域
3. 河流长度、弯曲度和河网密度
4. 河流的各段
5. 河槽 (河床)

二, 河流的补给与分类

三, 河水的运动

1. 河水的升降 (水位)
2. 流速
3. 流量

四, 连流

五, 河流的结冰

六, 河流的搬运作用

七, 水流与河槽的作用

八, 河流对国民经济的意义

第五章 湖泊

一, 湖盆的生成

二, 湖泊对河流水文状况的影响

三, 湖水的补给及其水文要素的平衡

四, 湖泊的分类

- 五, 湖泊的热力状况及其各种不同类型
- 六, 中纬度地带湖泊对附近地区的气候影响
- 七, 湖泊中的水流
- 八, 湖泊的演化
- 九, 湖泊的经济价值

第六章 沼泽

- 一, 沼泽的生成
- 二, 沼泽的类型
- 三, 沼泽的分布
- 四, 沼泽的经济利用

第七章 冰川

- 一, 冰川及其对气候、地方海拔的依存性
- 二, 冰川的生成和运动
- 三, 冰川的发展及其类型
- 四, 冰川对河流的补给作用
- 五, 冰川分布简述
- 六, 冰川在地表形成中的作用
- 七, 大陆冰川

第八章 海洋

- 一, 世界大洋和海洋
- 二, 海洋的底部
- 三, 海水的物理化学特性
 1. 海水的盐分
 2. 海水中的气体
 3. 海水的温度
 4. 海水的光学性质
 5. 海水的声学性质
 6. 海水的结冰

四、海洋水位与波动

1. 海洋的水位

2. 波浪

3. 潮汐

四、海洋的水流 (洋流)

1. 洋流的观测

2. 洋流的成因

3. 影响洋流方向的因素

4. 理想的洋流系统

5. 世界大洋的洋流系统

水文学复习提纲

主要参考书

附录

1. B. И. 鲁特科夫斯基: "论内陆水分循环"
2. 竺可桢: "论南水北调"
3. 邓子恢: "关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划的报告"
4. 张含英: "根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划的优越性"

緒說 水文学的基本問題

第一节 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、海水中，还化为水汽，游荡空间；有的渗入地下，在地层内流动。因此，水文学和气象、自然地理学，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，地面径流的变化，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 或叫沼泽水文学，研究沼泽地区地下水位的变化，地下水的运动，迳流及蒸发等变化，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，冰川与迳流的关系等。

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，海水的运动，潮汐和海流，海洋泥沙等现象，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。当进行流域水利综合开发，编制技术经济报告，设计任务书及技术设计之前，必须搜集有关资料，进行相应的调查，这是水文学领域内一门独立的学科，叫做水利调查。它是叙述陆地水和海洋调查的方法。

二 研究每一对象水文要素变化之时，首先应观测其变化的大小，所有涉及测量水文要素的方法及测量仪器等问题，构成一门水文测验学。它又可分为水文气象观测，河流水文测验，湖泊水文测验，沼泽水文测验，冰川水文测验，海洋水文测验及地下水水文测验等。但目前仅水文气象观测，河流水文测验和海洋水文测验形成独立的学科。

为了国家的社会主义经济建设计划及国防建设计划的需要，就各个水体的动态和水利资源等，作区域的综合，系统的叙述和全面的说明，这是另一门专门学科，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。

由于国民经济的发展，水利工程及其他基本建设工程规划设计上的需要，或根据水文统计，推求水文要素在时间上的变化；或根据经验公式，推求数量上的多寡；或配合建筑物的规划设计，进行水流调节的计算，因而形成独立的水文计算学科。水文计算亦可按照对象加以划分，但河流水文计算、主要是径流计算及水利计算的发展，最为迅速。

根据水文要素观测成果，对未来的水文情况，作先期的推测和预告，是水文预报的任务。其中水文气象预报，河流水文预报和海洋水文预报，由于国民经济建设事业的开展，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，是另一门流体动力学的学科。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 水文学科组合表

空中水	水文气象学		水文气象观测	水文气象候学	水文气象计算	水文气象预报	水文气象动力学	
地 面 水	河流学	河流水利调查	河流水文测验	河流水象学	河流水文计算	河流水文预报	河流动力学	河流水文化学
	湖泊学	湖泊水利调查	湖泊水文测验	湖泊水象学	湖泊水文计算	湖泊水文预报	湖泊动力学	湖泊水文化学
	沼泽学	沼泽水利调查	沼泽水文测验	沼泽水象学	沼泽水文计算	沼泽水文预报	沼泽动力学	沼泽水文化学
	冰川学	冰川水利调查	冰川水文测验	冰川水象学	冰川水文计算	冰川水文预报	冰川动力学	冰川水文化学
	海洋学	海洋水利调查	海洋水文测验	海洋水象学	海洋水文计算	海洋水文预报	海洋动力学	海洋水文化学
地下水	水文地质学	地下水水利调查	地下水水文测验	地下水水象学	地下水水文计算	地下水水文预报	地下水动力学	地下水水文化学

水文化学是水文学领域中另一门独立的学科，它是分析水的化学成分，研究各地区水的化学特性和预测水质变化等，以供农业、灌溉及都市给水等工作上需要。今后国民经济建设事业日益发展，河流水文化学、湖泊水文化学、海洋水文化学及地下水水文化学等，将获得迅速的发展。

上述水文学科的组合，综合如表1。

第二节 我国水文学及水文事业发展简史

一、历代水文学及水文事业的发展

水文学的调查研究，具有悠久的历史，它的发展过程是和社会的发展过程分不开的。远在纪元前 2000 多年，我们的祖先为了和黄河洪水作斗争，经常提防着水情的变化，注视着天气的阴晴。在纪元前 2000 年，非洲埃及人已经知道洪水期中对尼罗河的水位作经常的观测了。在苏联，最早的水位观测是在纪元前 1000 年；据确定在塞拉夫赤河及阿姆河下游最古老的灌溉系统中，使用过不同的水尺。

由于我们的祖先在与洪水斗争中积累了不少的经验，约在纪元前 400 年已具备了初步的水文知识，基本上掌握“水的变化规律”。例如礼记月令篇里说：“季春之月，命司空曰：时雨将降，下水上腾，循行国邑，周视圻野，修利隄防，道达沟浍，开通道路，毋有障塞。季夏之月，土润溽暑，大雨时行。孟秋之月，命百官始收敛，完隄防，谨壅塞，以备水沴。”关于河流冬季状况的记述，在同一篇里说：“孟冬之月，水始冰，地始冻。仲冬之月，冰益坚，地始坼。季冬之月，冻方盛，水泽腹坚，命取冰，冰以入。孟春之月，东风解冻，蛰虫始振，鱼上冰。”

古代虽无一年内逐流变化的具体记录，但就涨水时节的不同，给以不同的名称；作为修防的标准。例如宋史河渠志称：“立

春之后，东风解冻，河边人候水初至，如涨一寸，至夏秋大汛，定涨一尺，历有信验，谓之信水。二、三月桃李始开，水泮南散，川坑振盪，波涌成浪，谓之桃李水。……朔野之地，深山穷谷，固阴浸寒，水坚晚泮，迨于盛夏，消积方尽，而沃涨山石，水带矾腥，併流于河，故六月中旬后，谓之矾山水。……十一月，十二月断冰杂流，随河淌凌，乘寒复结，谓之寒凌水。水性有良，率以为准，非时暴涨，谓之谷水。”

关于河水挟沙的理论，则随着治河工程的进步而发展，明神宗万历六年（1578年）潘季驯倡议：“涨决而水分，非水合而限决也。……水分则势缓，势缓则决停，决停则河绝，尺寸之河，皆由沙石，止见其高。水合则势猛，势猛则决刷，决刷则河深，寻丈之水，皆由河底，止见其卑。筑堤束水，以水攻沙，水不奔溢于两旁，则必直刷乎河底。”此项论述，实已说明水流速度与河床冲淤的关系了。

关于水道的记述，见之于记载的，最早当推山海经和禹贡。山海经的大部分，大致作于春秋之末，战国之初；而禹贡大约作于战国的時候。山海经为汇集我们祖先原始地理知识的书籍，叙述水道混流，只因参以神怪，遂觉不足凭信；禹贡依托夏禹治水的故事，所言水道，到现在大部还可以考证。

至于专记水道的书籍，我们祖先有水经一书，作者的姓名，传说很多，可能为东汉曹魏间人陆续完成的作品，后魏酈道元加以注释，其后经各家加以校订。流传至今，有水经注四十卷，主要记述黄河、淮河和长江三水系，不但详细描写水道的混流及干支流，也述及灌溉、航运和水力情况。

传傅泽洪著行水金鑑，共475卷，综合以往水利书籍，详述四澳分合，运道沿革，以及水利兴废。卷首绘有许多图幅，内容多摘录各书原文，而以时代美次，得此一书，止下数千年间水道

地形的变迁、得知概略。

河流和湖泊除用文字记述外，尚可用地图来表示，中国至迟至六国时已有地图。刘邦入关，萧何收秦图籍，汉世以御史中丞掌管图籍。唐代设方员外郎掌天下的地图，由各州府每三年或五年造送一次，凡山河的改移，随时加以改正。宋以同年造图一次。

与水文有关的气象知识，至纪元前千余年殷墟甲骨文字中许多卜辞，都为要知道阴、晴、雨、雪而流传下来。在史记天官书中，气象和天文是混为一谈的，从西汉以后，关于特殊的气候，如大旱、大水、大寒、霜、雪、冰雹等记载，不但继续增加，而且记录的范围，也跟着版图的扩充而推广。以说明、清二朝，天气的记录更加详细，北京的晴雨记录，从雍正二年（1724年）起到光绪二十九年（1903年）止，凡180年之久，每次下雨、雪、统计载有日、月、时辰，但未注明尺寸。

至于天气中各项现象的理论解释，汉王充的论衡里举了许多例子，破除了当时对雷、电、冰雹的迷信。北宋沈括，留心天气预告，他的预告还很正确，南宋朱熹则很留心云、雨生成的道理。

在气象仪器创造方面，后汉张衡于阳嘉元年（132年）造候风地动仪，这种仪器要比西洋屋顶上的候风鸡早一千年。宋蔡九能撰数书九章，其中卷一有标题，计称当时各地所用的天池盆和圆罍观测的雨量，化称为平地的降雨深度，又将峻秋验雪和竹器验雪，化称为平地的雪深。到明永乐末年（1424年），令全国各州县报告雨量多少；当时各地所用的雨量器计高一尺五寸，口径七寸，到清康熙、乾隆年间，陆绩颁布雨量器到国内各县和朝鲜。乾隆庚寅年（1770年）所颁给朝鲜的雨量器，高一尺、宽八寸，并有标尺以量雨的多，器都是黄铜所制，在西洋则到十七世纪才用雨量器。

祖国水文事业的记载，最早见于华阳国志，该书卷三所记：

秦孝王时（纪元前 316 年），李冰为蜀守，“自前堰分穿岷江、灌江，西于玉女房下白沙邮，作三石人，立三水中，与江神要，水竭不至足，盛不没肩”。此即希望在灌溉时期的水位，能与灌溉所需水量相符合，其后遂刻划于宝瓶口的岩石上，叫做水则，每划一尺，用作测量水位的高低。后来各地灌溉航运和江河修防等工程，也都安设水则，测量水位，作为闸坝启闭，河堤防汛的标准。

至于在一区域内，进行相当广泛的水文工作，则在北宋宣和元年（1119 年），于浙西设立许多水则牌，测量陂、湖、泾、溪、河渠等水位，凡向束蓄水、灌田、通舟之处，都经当时官吏按券、打量丈尺，并将地名四至、刻立石上，立牌很多，其在吴江垂虹亭所设的，至明正德时（1506 年）还存在。

关于流量的测量，至清康熙时，河道总督靳辅的幕客陈潢，有测水法，谓：“水流速，则如急行人，日可行二百里，水流徐，则如缓行人，日可行七、八十里，即用土方法，以水纵横一丈，高一丈为一方，计此河能行几方，然后受之；其余者，皆以计量测之。”

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，水力学及地质学等文献中。至十九世纪初叶，由于生产上的需要，推动了地下水和河流水力学等的研究，以及流量的测称，水文学已渐次形成一门独立的学科。至十九世纪中叶，已有水文学专书问世，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纪末叶方发展起来，当时英、法、德、日、美等帝国主义相继入侵我国，进行经济侵略，夺

河内河航行权，海关的管理大权也落在外人手中。各地海关为便利外轮的航行，常设站观测江河水位，用以推算航行的深度。至各地水利机构成立后，才逐渐由水利机构接办。

最先进行水文工作的水利机关为江淮水利测量局，该局于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记载，于1915年后，较为完整。华北各河流的水文工作，于1918年开始，先于潮白、温榆、永定等河设站，次年又于永定河进行观测，后来推广到其他重要河流。但卢沟桥的水位记载，则始于1819年，并测有流量。黄河流域的水文工作于1918年开始，当时顺直水利委员会于陕县、陈口设站观测水位，惟施测流量为斯甚短，水位、含沙量等记载，也时有中断；至1933年，黄河水利机构成立后，添设测站较多。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，设立了很多测站，虽各站的水位记录比较长，但连续的流量和含沙量记录则很少。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，设站较密。珠江流域的水文记载，最早的为梧州站，至1900年开始，至1915年治河机构成立，设立水位站多处，1935年以后始有流量记载。东北的水文工作，于1921年开始，至辽河干流唐原简棚设站观测水位，至1933年日本帝国主义为了掠夺水利资源，进行辽河水系调查，至干支流普遍设立水尺，从事搜集资料，其后，渐次扩展至东北各水系。至于西南区各河流的水文工作，则自1938年起陆续设站观测。台湾的水文工作，因日本帝国主义欲利用殖民地的资源，发动侵略战争，其“内务局”和其他水利组合，开始疏浚河川，渐次地施测流量，解决防洪与灌溉用水问题，嗣以开发水力，研究全省蕴藏量，于1936年，筹设水位观测所及测水所，办理调查测验工作。测验的项目，仅有水位和流量，虽台湾各河含沙颇多，北部许多河流，尤为混浊，但并未施测含沙量。

与开展水文测验的同时，各水利机构，对于各河流也进行了调查研究工作，其中以南通的长江水道研究开始最早，因1908年至1905年间，南通族肇鉴于长江江岸受江潮冲击，坍削甚剧，势具危及县城，乃设立保坍会，进行水道勘测，并筑堤遏溜护岸。至于水道调查的方法，除在地面上进行外，于1930年，浙江水利局首先采用航空测量，施测钱塘江的地形。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，传入开此神父于乾隆八年（1743年）在北京作气象观测。其后耶稣教会教士阿穆倭，于乾隆20年到25年，在北京作过5年的观测，其结果统印行于巴黎教理杂志中。道光21年（1841年），俄国教会在北京作有系统的观测，后由帝俄中央科学院进行至光绪九年（1883年）后，逐渐停顿。在华东和华南；外国人附设的气象台，以上海徐家汇为最早，成立于同治十二年（1873年），其次为香港与青岛观象台，于光绪年间为英、德二国政府附设。我国自办的现代气象事业，则始于1912年在北京设立的中央观象台，次年成立了气象科。最初观测仅限于北京一地，后虽曾添设奉天、旅大、开封、西安等测候分所，但至1924年分所都先后停顿。1927年气象研究所成立，该所并在各地自设测候所，进行观测工作。至于水利机关施测气象，多由水文站办理，测量项目偏重于雨量、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、航运都有了很大贡献，但由于长期的封建统治，进步迟缓。解放以前并由于水文测站分布不足，设备简陋、经费困难，制度紊乱，致使有记录断断续续，亦未加以整理、分析、研究。解放以后，改变了社会

制度，因大规模地开展国民经济建设，急需水文资料，所以特别重视水文建设。数年以来，已有很大的发展。

在水文测验方面，测站的数量年有增加，截至1957年，全国各级水文测站已发展到6814站，并于1956年开始，进行了全国水文基本站网的规划工作，计划中的基本站数约9500处，决定于1960年前全部建成。操作方法亦时有改进，并制订了水文测站^行规范和各种技术性文件，统一了全国测验技术标准。仪器测具已创制多种，其中有长江56型记录式回声测深仪，半导体温度测量器，真空式泥沙采样器等。

在水文资料整编方面，于1949年首先在南京成立水文资料整理委员会，组织大批力量，将历年积存的江淮水文资料，加以统计、整理、刊印公布。其后水利部水文局及各省主管水文机构相继整编，至1956年，把全国解放前历年积存的约44,000个站年的水文资料，已基本上整理结束。1957年起，已基本上做到当年的水文资料于次年编整完竣。

在水文分析计算方面，当编制黄河、淮河、辽河、海河、长江等流域规划技术经济报告之前，都进行了大规模的水源调查和洪水调查。在编制报告时，于水文计算工作中，创造了若干适合于我国水文特性的大河水文计算方法，例如在黄河方面，为了解决干支流上水库群对于防洪的综合运用，拟定了洪水遭遇的计算方法；在淮河方面，由于水文资料比较缺乏，制订了计算洪峰流量和洪峰历时等经验公式。

在水文预报方面，自1951年起，在报讯工作的基础上开展洪水预报工作，编制了各个洪水灾害严重河流的洪水预报曲线图，并于1954年召开洪水预报工作座谈会，总结并编写出洪水预报方法一书。至1957年全国已有25个预报中心，预报河段总长达35000公里。枯水预报、水情预报及长期预报等工作，也已逐渐开展。

水文科学研究方面，除了科学院地球物理研究所，中央气象局气象科学研究所进行气象研究及水利科学研究院水文研究所和泥沙研究所，铁道科学研究院水文组，中国科学院地理研究所水文地理组和湖泊组等单位进行水文的综合研究外，各地区还展开了各种水文实验研究工作。例如于1950年及1951年在沂沭河流域新开的河道上，进行了大规模的行水测验，1953年起开始东官厅水库进行大规模的水库泥沙测验研究工作。至1957年开展了河口研究工作，于钱塘江口先行设立研究站，进行河口的观测研究。此外还有黄河人民胜利渠上稳定性渠道测验，淮河支流北淝河上通流形成过程实验，浙江、山东等沿海的海潮实验，官厅、薄山等水库的水舌蒸发实验，以及长江的荆段、浦口段，永定河芦沟桥下游河床淤积过程观测工作。这些水文科学研究工作，对于国民经济建设已起了一定的作用。

第三节 水文学的应用

由于水在农业上，工业上，运输上和国防上都具有非常重大的意义，因此，为了正确地建设国家水利经济及修建水利工程，现代水文学必须解决下列问题：

1. 根据气象调查的资料，叙述一地区的水文情况及其影响因素，作为编制流域综合开发技术经济报告的参考。
2. 推求流域特性及河系特性，以决定不同因素对流域内水文动态的影响程度。
3. 估计流域上降水量并分析暴雨特性。
4. 估计流域表面蒸发量及设计的水库和渠道等水量损失。
5. 研究流域和湖泊等水量平衡。
6. 研究径流形成过程，尤其是洪水的形成。
7. 研究河流中泥沙的来流及其运动情况。
8. 研究河水的温度变化、冰凌情况，化学性质及生物情况。