

水文学概述

水文科学是关于地球上水的起源、存在、分布、循环、运动等变化规律，以及运用这些规律为人类服务的知识体系。

地球表层的水由地球内部逸出，经过约 35 亿年的积聚和演变，逐渐形成今天的水圈。水圈的形成不仅改变了岩石圈的面貌，使大气圈中的现象变得复杂多样，而且导致生物圈的出现。因此，水的出现和水圈的形成，是地球自然历史中最重大的事件。

水文科学的研究领域十分宽广。从大气中的水到海洋中的水，从陆地表面的水到地下水，都是水文科学的研究对象；水圈同大气圈、岩石圈和生物圈等地球自然圈层的相互关系，也是水文科学的研究领域；水文科学不仅研究水量，而且研究水质，不仅研究现时水情的瞬息动态，而且探求全球水的生命史，预测它未来的变化趋势。

陆地上的水量虽然只约占全球总水量的 3.5%，但淡水几乎都分布在陆地。整个人类生活在陆地，最复杂的水文过程也发生在陆地，因此对陆地上的水的研究尤其受到人们的重视。陆地水文学是水文科学的主要组成部分。有关海洋和大气中的水文知识，现已分别归入海洋学和大气科学的范畴里了。

水文学的研究对象

地球上现有约 13.9 亿立方公里的水，它以液态、固态和气态分布于地面、地下和大气中，形成河流、湖泊、沼泽、海洋、冰川、积雪、地下水和大气水等水体，构成一个浩瀚的水圈。水圈处于永不停息的运动状态，水圈中各种水体通过蒸发、水汽输送、降水、地面径流和地下径流等水文过程紧密联系，相互转化，不断更新，形成一个庞大的动态系统。

在这个系统中，海水在太阳辐射下蒸发成水汽升入大气，被气流带至陆地上空，在一定的天气条件下，形成降水落到地面。降落的水一部分重新蒸发返回大气，另一部分在重力作用下，或沿地面形成地面径流，或渗入地下，形成地下径流，通过河流汇入湖泊，或注入海洋。从海洋或陆地蒸发的水汽上升凝结，在重力作用下直接降落在海洋或陆地上。

水的这种周而复始不断转化、迁移和交替的现象称水文循环。不过，上述只是全球水文循环轮廓的几笔速写，而水文循环的实际情况要复杂得多。在地面以上平均约 11 公里的大气对流层顶至地面以下 1~2 公里深处的广大空间，无处不存在水文循环的行踪。

不同纬度带的大气环流使一些地区成为蒸发大于降水的水汽源地，而使另一些地区成为降水大于蒸发的水汽富集区；不同规模的跨流域调水工程能够改变地面径流的路径，全球任何一个地区或水体都存在着各具特色的区域水文循环系统，各种时间尺度和空间尺度的水文循环系统彼此联系着、制约着，构成了全球水文循环系统。

中公网总站：www.offcn.com 邮箱：offcn.com@163.com

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层



全球每年约有 577000 立方公里的水参加水文循环。水文循环的内因，是水在自然条件下能进行液态、气态和固态三相转换的物理特性，而推动如此巨大水文循环系统的能量，是太阳的辐射能和水在地球引力场所具有的势能。

水文循环是自然界最重要的物质循环，它成云致雨，影响着一个地区的气候和生态，塑造地貌和实现地球化学物质的迁移，像链条一样连结着全球的生命，为人类提供不断再生的淡水资源和水能资源。水文循环使我们生活的星球变得生机勃勃。倘若没有水和水文循环，我们的星球会像月球一样，是一幅没有生命，寂静荒漠的图景。

水在循环过程中的存在和运动的各种形态，如蒸发、降水、河流和湖泊中的水位涨落、冰情变化、冰川进退、地下水的运动和水质变化等，统称水文现象。水文现象在各种自然因素和人类活动影响下，在空间分布或时间变化上都显得十分复杂。

水文现象的时间变化过程存在着有周期而又不重复的性质，一般称为“准周期”性质。例如，潮汐河口水位存在以半个或一个太阴日为周期的日变化；河流每年出现水量丰沛的汛期和水量较少的枯季；通过长期观测可以看到，河流、湖泊的水量存在着连续丰水年与连续枯水年的交替，表现出多年变化。

形成这种周期变化的基本原因，是地球的公转和自转、地球和月球的相对运动，还包括太阳活动，如太阳黑子的周期性运动的影响。它们导致太阳辐射的变化和季节的交替，使水文现象也出现相应的周期变化。当然，水文现象还受众多其他因素的影响，这些因素自身在时间上也不断地变化，并且相互作用和相互影响着。

水文学简史

人类探索除水害、兴水利的历史，犹如人类的文明史那样悠久。在生产实践中，特别在与水旱灾害的斗争中，人类不断观测各种水文现象，思考和研究它们的规律，积累起关于水的丰富知识，逐渐形成、并不断发展了水文科学。

水文学源远流长，经历了漫长的酝酿时期，而它的飞跃发展则是最近一个世纪的事。同自然科学的许多学科相似，人们还难以找出公认的里程碑，把水文科学的历史进程划分成若干明确的阶段。我们只是顺着它前进的足迹，大体划分以下。

萌芽时期(远古至约公元 1400 年)。

在尼罗河、幼发拉底河、恒河和黄河这些古老文化发祥地的遗迹中，我们可以看到这一时期已经开始了原始的水文观测。最早的水位观测是在中国和埃及开始的。

约公元前 22 世纪，中国传说中的大禹治水，已“随山刊木”（立木于河中），观测河水涨落。此后，战国时李冰设于都江堰的“石人”，隋代的石刻水则，宋代的水则碑等，表明水位观测不断进步。

中公网总站：www.offcn.com 邮箱：offcn.com@163.com

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

最早的雨量观测于公元前四世纪首先在印度出现，中国于公元前三世纪的秦代已开始有呈报雨量的制度，到了公元1247年，已有了较科学的雨量器和雨深计算方法，并开始用“竹笼验雪”以计算平地降雪深度。明代刘天和在治理黄河工作中，已采用手制“乘沙量水器”测定河水中泥沙的数量。

中国古籍《吕氏春秋》中写道：“云气西行云云然，冬夏不辍；水泉东流，日夜不休，上不竭，下不满，小为大，重为轻，国道也。”提出了朴素的水文循环概念。成书于公元约六世纪初的《水经注》中，记述了当时中国境内1252条河流的概况，成为水文地理考察的先驱。

诚然，这些原始的水文观测和水文知识是肤浅零星的，但已为当时生活和生产提供了重要的水文资料。例如，根据雨量多少决定税收的多少，根据上游的水位向下游传递水情等，标志着水文科学的萌芽。

奠基时期(约1400~1900)。

欧洲文艺复兴带来的科学思想的解放和科学技术的进步，为水文科学发展成为独立的学科奠定了基础。这一时期，水文仪器的发明使水文观测进入了科学的定量观测阶段。

1663年雷恩和胡克创制了翻斗式自记雨量计，1687年哈雷创制测量水面蒸发量的蒸发器，1870年埃利斯发明旋桨式流速仪，1885年普赖斯发明旋杯式流速仪。这些近代水文仪器使流量、流速、蒸发、降水的观测达到了相当的精度，利用这些近代水文仪器进行水文观测的各种水文站陆续出现。

1746年，中国在黄河老坝口设立了全国第一个正规水位站，开始系统观测水位，并进行报汛。这些成就使水文现象的观测视野在深度和广度上空前扩大，为水文科学在理论上的发展创造了条件。

在这一时期，近代水文科学理论开始逐渐形成。1674年佩罗提出了水量平衡的概念，成为水文科学最基本的原理之一；1738年伯努利父子发表水流能量方程，1775年谢才发表明渠均匀流公式；1802年道尔顿建立了研究水面蒸发的道尔顿公式；1856年，达西发表了描述孔隙介质中地下水运动的达西定律；1851年莫万尼提出了汇流和径流系数的概念，并发表了计算最大流量的著名推理公式。

这些科学理论的创立，为水文科学在河道水流、蒸发、地下水运动、径流形成和水文循环等领域的发展奠定了理论基础，它表明人类对水文现象的认识已由萌芽时期那种肤浅零星的知识，发展到了比较深刻系统的知识。同时也表明，人类对地球上水的运动、变化规律的探索，已发展到以大量观测事实为基础，进行假说、演绎和推理，进而建立各理论体系的近代科学方法论。

19世纪末，专门水文研究机构开始出现，一些国家开始出版水文年鉴。弗里西著的《河流水文测验方法》、福雷尔著的《日内瓦湖湖泊志》、马略特著的《水的运动》等水文学专著陆续出版。这些著作总结了当时水文观测和理论研究的成就，标志着水文科学作为一门近代科学已奠定基础。

应用水文学兴起时期(约1900~1950)。

这一时期，水文科学在观测方法，理论体系和研究领域等方面继续取得新成就，但它最重要的进展是应用水文学的兴起。

中公网总站：www.offcn.com 邮箱：offcn.com@163.com

电 话：010-62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路38号金码大厦B座9层

进入 20 世纪，特别是第一次世界大战以后，大量兴起的防洪、灌溉、交通工程和农业、林业乃至城市建设向水文科学提出越来越多的新课题，解决这些课题的方法也由经验的、零碎的逐渐理论化和系统化，水文科学的应用特色逐渐表现出来。

首先，从 1914 年到 1924 年，经过黑曾、福斯特等人的工作，把概率论、数理统计的理论和方法系统地引入了水文科学，使水文变量(如洪峰和洪量)和它出现的机率联系起来，为预估工程未来运行时期内可能出现的水文情势开辟了道路。

接着，从 1932 年到 1938 年，谢尔曼、霍顿、麦卡锡、斯奈德等人在产流和汇流计算方面取得开拓性进展，为根据降雨推算洪水开辟了道路。随后，克拉克、林斯雷等人在单位线、多个水文变量联合分析和径流调节的理论、方法等方面发展并丰富了上述的内容。

在此期间，水文站在世界范围内发展成规模宏大的水文站网系统，这些成就为应用水文学的兴起在理论上、方法上和资料条件方面奠定了基础，并率先形成了它最重要的分支学科——工程水文学。接着，农业水文学、森林水文学、都市水文学也相继兴起。

1949 年，林斯雷和柯勒、保罗赫斯合著《应用水文学》；同年，姜斯敦和克雷斯合著的《应用水文学原理、美国土木工程师学会编著的《水文学手册》等应用水文学专著陆续问世，总结了这一时期的成就，标志着应用水文学的诞生。应用水文学，以它直接为生产和生活提供多方面服务这一鲜明特征，获得迅速发展，成为近代水文科学体系中最富有生气的分支学科。

现代水文学

20 世纪 50 年代以来，社会生产规模空前扩大，科学技术进入了新的发展时期，并正在出现新的技术革命，人类改造自然的能力迅速增强，人与水的关系已经由古代的趋利避害，和近代较低水平的兴利除害，发展到了现代较高水平的兴利除害的新阶段。这个新阶段赋予水文科学以新的动力和新的特色。

首先，由于人类对水资源的突出需求，水文科学的研究领域正在向着为水资源最优开发利用的方向发展，以期为客观评价、合理开发、充分利用和保护水资源提供科学依据；

其次，大规模的人类活动对自然水体，进而对自然环境正在产生多方面的影响。研究和评价人类活动的水文效应和这种效应的环境意义，揭示人类活动影响下水文现象的规律，进而探讨水文分析的新方法和新途径，防止人类活动对水文循环的影响朝着不利于人类生存环境的方向发展，这一切正在成为水文科学面临的新课题。

另外，现代科学技术使获取水文信息的手段和分析水文信息的方法有了长足的进步。例如，遥感技术的应用，使同时观测大范围内的宏观水文现象成为可能；核技术的应用使人们能够获得微观水文信息；水文模拟方法、水文随机分析方法、水文系统分析方法，使人们研究水文现象的能力发展到新的水平；尤其是电子计算机的应用，使水文科学从水文观测到基本规律的研究，由人力和机械操作，发展到以电子计算机为核心的自动化。

中公网总站：www.offcn.com 邮箱：offcn.com@163.com

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

水文科学和其他科学之间的边缘科学正在不断兴起，学科间的空隙逐渐得到填补。同时，人们开始看到，水已成为影响社会发展的重要因素。水在表现它的自然属性的同时，它的社会属性也日益表现出来，并逐渐为人们所认识。因此，水文科学将有可能发展成为具有自然科学和社会科学双重性质的一门综合性科学。

水文学的研究特点

水文循环是自然界各种水体的存在条件和相互联系的纽带，是水的各种运动、变化形式的总和，是水文科学研究的主要对象和核心内容；而在水文循环过程中，水文现象所表现出的特点，决定了水文科学研究的特点。

首先，水文科学把各种水文现象作为一个整体，并把它们同大气圈、岩石圈、生物圈和人类活动对它们的影响结合起来进行研究。例如，在借助水量平衡方法研究某个流域的水量变化时，既要考虑流域周围大气中水汽输送，也要考虑流域上空大气中水分含量的变化；既要考虑降水，也要考虑蒸发；既要考虑流域的地面径流，也要考虑流域土壤含水量和流域内外地下水的交换，而且还要考虑流域内水利工程，以及其他人类活动的影响。

其次，水文科学主要根据已有的水文资料，预测或预估水文情势未来状况，直接为人类的生活和生产服务。例如，提供洪水预报和各种水情预报，对旱涝灾害的发生作出中长期预测，为水利工程在未来运转时期中可能遇到的特大洪水作出概率预估等。

水文科学主要靠建立从局部到全球的水文观测站网，通过对自然界业已发生的水文现象的观测进行分析和研究。各种水文实验，除少数在实验室内进行以外，主要是在自然界中，例如在实验流域中进行。

在水文科学研究中广泛采用成因分析和统计分析的方法，并使二者尽量结合起来。成因分析主要以物理学原理为基础，通常建立某种形式的确定性模型，以研究水文现象发展演变过程中的确定性规律。统计分析法以概率论为基础，通常建立某种概率模型(纯随机模型)，探讨水文现象的统计规律。

水文科学的分支

由于水在人类生存和社会发展中的重要作用，所以水文科学不单纯是一门基础科学，也是一门广泛为生产和生活服务的应用科学。

水文科学不断从数学、物理学、化学等基础科学中汲取养料。它运用数学力学定律和方法描述水的运动；运用物理学中的热学、声学和光学原理，研究水体的热状态和解释水体中的声学和光学现象；根据化学键和分子缔合的理论，阐明水的液态、气态和固态的转化原因和方式等等。

因为水文循环使水圈、大气圈和岩石圈紧密联系，所以，水文科学又与地球科学体系中的大气科学、地质学和自然地理学等的关系密切。

中公网总站：www.offcn.com 邮箱：offcn.com@163.com

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

水文科学开始主要研究河流、湖泊、沼泽、冰川和积雪，以后扩展到地下水、大气中的水和海洋中的水。传统的水文科学是按研究对象划分分支学科的，主要有：河流水文学、湖泊水文学、沼泽水文学、冰川水文学、雪水文学、水文气象学、地下水水文学、区域水文学和海洋水文学等。

河流水文学也称河川水文学，研究河流的自然地理特征、河流的补给、径流形成和变化规律、河流的水温和冰情、河流泥沙运动和河床演变、河水的化学成分、河流与环境的关系等。

湖泊水文学主要研究湖泊中的水量变化和运动，湖水的物理特性和化学成分、湖泊沉积湖泊的利用等。

沼泽水文学研究沼泽径流、沼泽水的物理化学性质、沼泽对河流和湖泊的补给、沼泽改良等。

冰川水文学主要研究冰川的分布、形成和运动、冰川融水径流的形成过程及其时空分布、冰川突发性洪水的形成机制和预测、冰川水资源的利用。

雪水文学主要研究积雪的数量和分布、融雪过程、融雪水对河流和湖泊的补给、融雪洪水的形成和预报，有时把雪水文学和冰川水文学合称为雪冰水文学。

水文气象学研究水圈和大气圈的相互关系，包括大气中水文循环和水量平衡，以蒸发、凝结、降水为主要方式的大气与下垫面的水分交换，其中尤其着重研究暴雨和干旱发生和发展的规律。

地下水水文学主要研究地下水的形成和运动，地下水与河流，湖泊的相互补给，地下水资源的评价和开发利用。

区域水文学着重研究某些特定地区的水文现象，如河口水文，坡地水文、平原水文、岩溶地区水文、干旱地区水文现象等。

海洋水文学着重研究海水的物理性质和化学成分，海洋中的波浪、潮汐、洋流、海岸带泥沙运动等。上述诸学科通常也统称为普通水文学或水文学。

水文科学主要通过定点观测、野外查勘和水文实验（主要是野外实验）等手段，获得水体时空分布和运动变化的信息，因而逐渐形成了水文测验学、水文调查、水文实验三个分支学科。

水文测验学研究如何正确、经济、迅速地测定各种水文要素的数量及其在时间和空间上的变化，主要包括站网布设、测验方法和资料整编方法的研究。还包括测量仪器的研制和资料存储、检索、传送系统的研究。

水文调查是水文科学的野外勘测和考察部分，旨在对水体形态和数量、集水面积内的自然地理条件等作出科学的分析和评价。在中国，历史大暴雨、历史大洪水和枯水的调查是水文调查的重要内容。

水文实验旨在通过野外和室内实验，揭示水文循环过程各环节中水的运动、变化的某些规律，如水向土中下渗的规律，土壤水的运动规律、径流形成规律、土壤和水面蒸发的规律，以及人类活动的水文效应等。

中公网总站：www.offcn.com 邮箱：offcn.com@163.com

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

水文科学作为一门应用科学主要包括工程水文学、农业水文学、森林水文学、都市水文学、医疗(卫生)水文学等分支学科,其中以工程水文学发展最为迅速。

工程水文学包括水文计算、水利计算、水文预报等组成部分,水文计算和水利计算为各类防洪工程、灌溉工程、水力发电、航运工程、道路和桥涵工程、军事工程等的规划、设计提供水文依据。

水文预报为工程的施工和运转及国民经济各部门提供洪水、枯水、冰情等各种形式的水文预报。

农业水文学主要研究水分—土壤—植物系统中与作物生长有关的水文问题,尤其着重研究植物散发和土壤水的运动规律,为农业规划和农作物增产提供水文依据。

森林水文学着重研究森林在水文循环中的作用即森林的水文效应,包括森林对降水、蒸发和径流形成的影响。

都市水文学是应用水文学中较年轻的分支学科着重研究城市发展中的水资源、城市排水的环境效应和城市对径流形成的影响等问题。

20 世纪 50 年代以来,随着科学技术的迅速发展,水文科学不断引入许多其他学科的新成就,出现了一些新的分支学科,例如,在水文调查和水文预报中,研究遥感技术的应用,逐渐形成遥感水文学;在水文实验、地下水运动研究中应用核技术,逐渐形成同位素水文学;随机过程的理论和方法的引入,逐渐形成随机水文学。

这些新的分支学科虽然在成熟程度上都还不能与水文科学体系中原有学科相提并论,但它们表明,水文科学在继续分蘖、不断萌发新的分支。