



冰川水文学

冰川水文学是冰川学与水文学之间的边缘科学，是近期形成的新学科。它研究地球表面冰川、积雪本身的水文现象、过程及其基本规律，为冰雪水资源的开发利用，和冰雪洪水灾害防治提供基本科学依据。冰川水文学还研究由冰川、积雪融水补给的河流的水文情势及其预报。广义的冰川水文学包括雪水文学和冰川水文学，有时还合称冰雪水文学。

人类运用冰雪水文知识解决生产实际问题的历史悠久。中国西部高山区的山麓地带的农业主要靠冰雪融水灌溉。18 世纪初，中国的《西域水道记》就记述了新疆木札尔特冰川融水。

1636 年，杰维斯根据流域积雪面积进行融雪产水量预报。二十世纪 40 年代，融雪计算得到了发展。1940 年，奥尔特估测了季节性积雪产水预报的发展趋势并指出，在预报季节融水径流中，统计学上的数学多重相关分析法被广泛应用。1942 年巴恩斯首先提出用数学计算方程预报融雪径流。

1956 年美国陆军工程兵团出版了《雪水文学》，详细地论述了雪水文学中的洪水设计问题，对影响融雪径流的热源作了深入讨论。1960 年，美国陆军工程兵团在《融雪径流》一书中，以对流、辐射和传导等热输送理论为基础计算了融雪量，推导了降雨期间和晴空天气下流域融雪的物理方程。此后，对冰雪融水通过冰川的流动和冰雪融水的水压开展研究。

1972 年，威尔特曼研究冰川底部水流，发现冰下水压是与离冰下水道中心线的距离而变化的现象。1976 年，奈推导了充满水的水道中，非稳定水流的四个微分方程式，即融化速率与冰流动之间差异方程、水流动的连续方程、水的流动方程和能量方程。20 世纪 70~80 年代，随着新技术在冰川水文学中的广泛应用，冰川水文学研究进展迅速，取得了新的成就，出现了冰川水文学的专门论著，使冰川水文知识体系日益完整。

冰川水文学主要研究融雪径流的计算和预报，包括实验流域季节性积雪的产水量计算，融雪径流对河流径流的调节作用；融雪径流影响因素和融雪径流预报分析技术的研究；冰川表面、冰内和冰床处的水流的研究，包括冰面消融与径流的关系，冰面的产流、汇流过程研究；根据冰川补给河流的流量记录通过盐、染料或其他示踪物试验及理论分析，对冰川内部、冰床处排水系统和冰床处水的流动方式的研究；冰内、冰下水压的直接测定或理论计算；冰内冰下空穴现象和温性冰川晶粒间水的渗透性的研究；

冰雪融水径流的水文分析和计算，包括冰雪融水的形成、冰雪融水水文特征值的分布规律和流域水量平衡研究；冰雪融水补给河流的侵蚀作用、沉积物搬运和堆积作用的研究；

以及与冰川和积雪有关的专门的水文学问题，包括根据冰川变化研究过去气候，冰川径流的自然调节和人工调节，冰川阻塞湖溃决及其洪水形成机制，融雪洪水的形成理论与计算方法。

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



与冰川水文学研究直接有关的冰川、冰、雪的基础理论研究，包括冰川、积雪的全球性空间分布规律及其在不同时间上的变化，冰雪的物理特性和力学特性，冰川物质平衡机制，冰雪体内相态变换，积累、消融的观测与计算方法，冰雪消融的人工调节等。

冰川水文学的研究方法主要是根据冰雪融水径流及其影响因素之间的物理联系，建立它们之间的定量关系，如用水量平衡法求各平衡要素之间的定量关系；根据大量的实测资料，应用数理统计和概率论，研究冰雪融水各个水文要素的统计规律；根据冰雪水文现象具有地区性和地带性的特性，分析各测站水文要素的地理分布规律，建立各种地区性经验公式，绘制各种特征值等值线图。

此外，冰川水文学还应用模拟技术预报融雪径流；应用遥感技术，量测积雪面积，确定积雪深度，监测冰川阻塞湖形成和预测变化动态等；应用同位素技术研究古气候变化，测定冰雪水样的绝对年龄和冰川积累量；应用雷达测量技术研究冰川内、冰床处液态水的分布和流动，探测大陆冰盖下巨大的液态水体—冰下湖泊等。

由固态的冰雪变成液态的径流，自然地要运用冰川学的许多基本理论；冰雪的积累、消融与大气进行热量和能量交换要涉及气象学和气候学知识；冰川流动和变形的理论基础是流变学；冰内冰下融水流动要应用水力学和热动力学的原理和方法；因为冰雪融水是塑造地表的外营力之一，所以冰川水文学与地质学和地貌学有关。

地下水水文学

地下水水文学是运用水文循环和水量平衡原理研究地下水形成、运动、水情和地下水资源的水文学分支学科。它和主要研究地下水起源、类型、分布、运动、化学成分的形成和地质环境的水文地质学关系密切，但研究内容各有侧重。

地下水是自然界的一种水体，地下径流是水文循环的一个环节，地下水资源是水资源的重要组成部分。所以地下水的研究，不仅有理论意义，而且在解决供水、排水和土壤盐渍化的防治等方面有实际意义。

公元 16 世纪以前，人们地下水的现象只限于直接观察和推测。柏拉图推测，地下有个巨大的洞穴，其中的水是河流的源头。中国唐代柳宗元在《天对》中记述了地下水在岩土空隙中的存在、渗入、蒸发和流动等现象。

从公元 17 世纪到 20 世纪初，科学家们通过观察、试验和分析，提出了一系列关于地下水形成和运动的重要概念、定律和方法。法国科学家佩罗研究了地下水毛细管上升现象；法国学者马略特测量了由雨水入渗补给的地下水量，得出了泉水是由降雨入渗补给的重要结论；1856 年，法国工程师达西通过试验建立了地下水渗流的基本定律，奠定了地下水运动的理论基础；1863 年法国学者裘布衣，根据实际的

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

潜水面坡度很小的事实，作了一些简化和假定，运用达西定律导出了地下水井流公式；1870年德国人蒂姆改进了裘布衣公式，从而可用稳定流抽水试验来计算渗透系数等参数。这些工作，为地下水水文学的发展，奠定了基础。



进入20世纪后，由于生产的需要和科学技术的进步，地下水水文学逐渐形成一门独立的学科，并得到迅速的发展。1928年，美国学者迈因策尔论述了承压含水层的可压缩性和弹性，为地下水非稳定理论的建立准备了比较丰富的实践基础。

1935年，美国学者泰斯利用地下水非稳定流动和热传导之间的相似性，导出了著名的泰斯公式；1937年美国学者马斯克特在《均匀流体通过多孔介质的流动》一书中，用数学方法较系统地论述了地下水的运动；1930年荷兰水文工程师德赫莱用数学方法，分析了地下水渗过弱透水层的越流现象；地下水污染的研究，从20世纪60年代以后得到发展。

中国在1949年以后，在较大范围内对地下水资源评价、地下水水位及开采量的预报、水文及水文地质参数的确定和地下水调节计算等方面作了许多工作，取得了成果。

地下水主要来自大气降水和地表水的入渗，在灌区还有灌溉水的入渗。入渗的水在地下经过重新分配，组成自然界水文循环的一部分。地下水水文学研究地下水在自然界水循环中的作用，研究它与降水、蒸发、地表水之间的联系和转化，它的补给、排泄、与此有关的水文和水文地质参数，以及地下水资源评价等。

地下水运动的基本定律是达西定律，可根据质量守恒原理和达西定律，推导出不同条件下地下水运动的数学物理方程。计算地下水运动的基本方法是，求出这些方程在各种初始条件和边界条件下的解。利用地下水运动方程的解，可以预测未来某时某地的地下水水位等水文要素，也可以计算导水系数等水文地质参数，为地下水资源评价提供可靠的依据。

地下水水情也称地下水动态，指地下水水位、水量、水质、水温等要素在自然和人为因素影响下发生的变化。研究这些变化规律，建立各要素在时间和空间上的定量关系。通常利用观测站和试验场，进行地下水观测和野外试验，利用取得的资料，计算水文和水文地质参数，评价地下水的补给量、储存量和允许开采量、监测地下水的水质以防止地下水的污染等。

地下水开发应在查明地下水资源的基础上统筹安排、合理规划。地下水的管理除了制订规划之外，还要建立地下水管理机构；进行水资源的合理调配；规定开采地下水的技术要求；保护水源，防止污染；防治因抽水引起的地面沉降或坍塌、海水入侵，以保证长期安全供水等。

地下水的形成与分布，同地质地理环境有密切联系。因此，地下水水文学与地质学和地理学有关。地下水运动的研究要以水力学和流体力学的基本理论为基础。在地下水动态资料的分析和地下水预测中广泛应用概率论和数理统计学。

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

由于地下水水文学是从水文循环的观点来研究地下水的，因而它与气候学、地表水水文学、土壤学有密切联系。地下水水质评价，要运用水化学和水文地球化学知识。此外，系统分析理论在地下水的开发利用中已逐渐得到采用。

地下水水文学中有些问题如降水、地表水和地下水三者的转化关系，地下水资源及其优先开发及管理研究较少，不少方面尚处于探索阶段。在大区域内的复杂的水文地质条件下，确定含水层参数尚无完善的办法。开展水均衡要素室内和室外的观测和试验研究，建立新的数学物理模型，应用电子计算机和电模拟技术，可能使上述问题逐步取得进展。另外，污染物质的弥散、含水层温度场、地下水动态规律与预测等领域，也可望有更多的研究。



河流水文学

河流水文学是陆地水文学的一个分支，它主要研究河流水文现象、过程及其基本规律，为防洪和河流开发提供河流水情和河水资源等基本依据。河流水文现象和过程主要指：河流补给、河水运动、洪水与枯水、河水热动态、河流冰情、河流泥沙运动和河水水质等。河流的形成与发育、河槽形势和河床演变等也是河流水文学的重要课题。

公元 1610 年，意大利人圣托里奥发明流速仪，使河道水流测量有了科学的基础。此后，雨量、水位、蒸发等水文测验技术得到迅速发展。1762 年，意大利人弗里西著的《河流水文测验方法》出版，总结了河流水文测验技术的经验。1738 年瑞士人伯努利发表水流能量基本方程，1775 年法国人谢才提出关于明渠中水流断面平均流速与断面形状、水流比降之间的定量关系，为研究河水运动奠定了理论基础。

1851 年，莫万尼提出了汇流时间和径流系数的概念，发表了计算最大流量的公式，即著名的推理公式，为河川径流形成的研究开辟了道路。1879 年，法国人迪布瓦首次提出了河流泥沙中推移质运动的拖曳力理论。1931 年苏联马卡韦耶夫把流体扩散理论应用到含沙水流中悬移质分布规律的研究中，为研究河流泥沙运动奠定了基础。至此，河流水文学在学科内容、测量技术和基本理论等方面已形成自己的体系，成为陆地水文学的一个分支。

20 世纪 30 年代以来，谢尔曼的单位过程线方法、韦利卡诺夫的等流时线概念、马斯金格姆河道洪水演进方法、霍顿的水向土中入渗理论、爱因斯坦和钱宁的泥沙运动理论等的提出，以及统计学方法的引入，丰富了河流水文学的内容。河道防洪、水资源开发和环境保护等提出的新要求在河水热动态、河流冰情、河水化学和河口水文等方面不断开拓河流水文学的新领域。现代测量和计算技术，如超声波测流技术、雷达测雨技术、遥感技术、电子计算机等新技术武装了河流水文学，使河流水文学进入了蓬勃发展的现代时期。

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

河流水文学的主要内容有水系特征和流域特征研究、河流补给、径流和河水运动、河流水文变化、河流泥沙的形成和运送、河水化学成分等。

河流水系特征研究包括河槽形态、河长、河流比降、河流落差和水系结构等；流域特征包括流域面积、形状、长宽、不对称系数、平均高度、平均坡度等。研究水系和流域特征是认识河川径流形成和水情的一个重要方面。

河流补给即河流水源。河流补给有降水、地下水、冰雪融水、湖泊沼泽水等多种形式，它们决定了河流流量的多寡和年内分配状况，是了解河流水情、它的变化规律和水资源评价的重要依据。

降雨或冰雪融水从达到流域表面经过产流、流域汇流、河道汇流到达河口这一过程决定了流域的洪水特性，研究这一过程及河水运动规律是正确进行河流洪水预报的基础。

研究河流汛期与枯季、丰水年和枯水年的交替规律，包括它们的水量、变化周期、影响因素等是中长期水文预报和河流开发规划的基础。

河流泥沙的形成和运动，包括河流泥沙来源、河流泥沙运动和输移、河床演变规律等，这些规律的研究为河流水工建筑物设计、运营和河道整治提供依据。

河水热动态和河流冰情，包括河水温度随时间的变化和空间分布、河流冰情的年内变化和地区分布，河流结冰、流凌、封冻和解冻的物理过程和影响因素。河水热动态和河流冰情的研究资料是冰情和凌汛预报、冬季江河运输条件分析的重要依据。

河水是重要的淡水资源，河流是水生物的生长场所，河水中天然形成的化学成分及其含量和河水的污染状况，是河水资源评价的重要内容。

人类活动对河流水文情势的影响和河流与环境的相互作用，这是近半个世纪以来，河流水文学的一个重要的新课题。

河流水文学主要通过沿河布设水文站网，长期观测水文要素；水文调查，了解流域自然地理条件、历史洪水、枯水情况和人类活动；室内和野外实验，特别是对实验流域和代表性流域上的水文要素进行观测；成因分析；数理统计分析；地理综合法等方式、方法获取水文信息。

河流水文学研究流域的降水和蒸发的基本规律，要应用气象学原理，研究河水运动和河流泥沙运动的变化要根据水力学的原理；研究河流径流的多年变化规律要应用数理统计学的理论和方法；研究河水热动态和冰情要以热力学原理为基础；评价河水水质要运用化学原理和方法；研究河流水文现象的地理分布规律等要运用地质学和地理学的原理和方法。因此，河流水文学与气象学、流体力学、数理统计、热力学、化学、地质学、地理学等学科有密切关系。

湖泊水文学

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



湖泊水文学是研究湖泊水文现象和湖水资源利用的水文学分支学科。

湖泊水文现象的研究始于古代的定性描述。中国清代《古今图书集成》和《行水金鉴》记载了中国许多湖泊湖水的来源及去路、泥沙、水位涨落、河湖调节关系和湖泊变迁过程等。

湖泊水文的定量研究，始于 17 世纪的水文观测。死海从 1650 年起，已有水位资料。19 世纪盛行湖泊测深工作。1891 年福雷尔完成了日内瓦湖的研究，出版了《日内瓦湖湖泊志》，系统地论述了该湖的地质，气候，湖水运动，化学、热学、光学、声学特点，湖泊成因和形态，为近代湖泊学确定了基本的研究领域。

1909 年，威廷提出湖流流速与风速经验关系式；1910 年前后，韦德伯恩致力于湖水温度观测，提出了温度振动流体动力学理论；1916 年伯奇根据热量平衡原理开始计算湖泊热量收支和蓄热量。

20 世纪 20 年代以后，由于建筑大型水库，推动了湖泊水文研究，广泛应用水量平衡、沙量平衡、盐量平衡能量平衡、热量平衡等原理和流体动力学理论，定量分析湖泊水资源；推算水库淤积年限；预估库水的矿化度；改进风浪要素的计算方法；研究湖水温度和确定湖冰厚度等问题。

20 世纪 50 年代，电子计算机、同位素及遥感技术等的应用和精密测量仪器的研制，为湖泊水文研究提供了新的手段。60 年代以后，国际水文十年把湖泊水文列入研究计划，开始了湖泊水文学研究的国际合作。中国自 50 年代起，在长江中下游和云南等地陆续开展了湖泊的综合调查。

在一定时段进出湖泊的水量不同，就会引起湖泊蓄水量的变化。入湖水量包括湖面降水，入湖的地面、地下径流。出湖水量则有湖面蒸发，出湖的地面、地下径流和工农业自湖泊的引水量。运用湖泊水量平衡方程可以确定湖泊蓄水量的变化，评价湖泊水资源，阐明湖泊对江河的调蓄能力。

湖水有进退运动和升降运动；湖水运动有的发生在湖面，有的在内部；有的有周期性，有的为非周期性。湖水运动除受外部因素影响外，还受湖水面积、深度、成层结构、密度分布等内部因素的制约。研究湖水运动可以解说湖岸演变、湖中泥沙运动、湖水物理性质变化和化学成分分布等规律，并为船舶航行作出预报，为护岸工程设计提供资料。湖水运动的研究，以流体动力学为基础，同时采取野外观测与室内模型试验相结合的方法。

通过湖水热量平衡计算，可以确定湖泊蓄热量的变化。水温升降反映湖中蓄热量的增减。湖水温度随空间而异。较深湖泊的水温在垂向有分层现象。研究温度成层，可以解释湖水运动、化学成分、水生生物变化和分布的原因。

湖水光学现象主要探讨光线在湖面的反射，湖水对各种波长光线的吸收、散射和折散等光学特性。研究湖水光学特性，可以了解湖水中光线透射的深度和照度的大小，阐明浮游生物、水生高等植物等生长和分布规律。

湖水中有各种离子、生物营养元素、溶解气体、有机物质、微量元素和有毒物质等。湖水水质参数有矿化度、总硬度、总碱量、pH 值等指标。湖水的化学成分的形成和变化特点与湖水流动滞缓、湖泊的

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



大小深浅和气候条件等有关。应用盐量平衡原理可以确定湖泊内盐量变值，查明湖泊、水库矿化度的变化。湖水化学的研究为湖泊水质评价和湖水污染的防治提供依据。

应用沙量平衡原理，即根据时段内进出湖泊的沙量收支状况，可以确定某一时段湖泊淤积量，推算淤积厚度。研究泥沙淤积、化学沉积和生物沉积，可以预测沉积演变趋势和湖泊寿命。

在湖泊沉积研究中也应用遥感技术、同位素技术、孢子花粉和古地磁等方法，测定沉积物年代，推测历史气候变迁情况，预测沉积数量和位置。湖盆的形态、大小和深浅、湖水运动、湖泊沉积、湖中热量交换和湖水的化学特性等，因此，湖泊水文学也研究湖盆和湖泊的形态特征。

水库是人工湖泊，与天然湖泊既有共同之点也有一些特殊研究内容，如水库淤积、水库库岸演变、异重流防治和利用等问题。

湖泊水量平衡和水位变化的研究要运用气象学、水文地质学、水文计算的知识和方法流体力学、热力学和水化学等是研究湖水运动、湖水热动态和湖泊水质等水文物理现象和化学过程的基础。湖盆的研究则要借助地质学、地貌学的理论和方法。

现代湖泊水文学要加强水文混合与水文平衡基础理论研究，以阐明湖泊水文现象内部联系；提高水量平衡要素观测和计算精度；推广应用新技术；将湖泊作为系统，了解其中所有因素之间相互关系，研究湖泊的环境效应，湖水资源的保护、开发和利用。

应用水文学

应用水文学是水文科学的一个分支学科，它运用水文学和有关学科的理论和方法，研究各种实际水文问题的解决途径和方法，为水利、电力、交通、城市发展和环境保护等工程建设提供水文设计数据和水文预报服务，为农业、林业和国土整治规划提供水文依据。水资源利用和人类活动的水文效应是应用水文学研究的新领域。

1851年莫万尼提出合理化公式，水文研究开始进入经验性的定量估算阶段。二十世纪初，水文科学解决实际课题的方法由经验的、零星的，逐渐理论化和系统化。

1914年黑曾第一次用正态机率格纸选配频率曲线；1924年福斯特完整地提出了皮尔孙-3型频率曲线的分析方法，把概率论和数理统计的理论、方法引入了水文学。这些贡献使水文变量与它们出现的概率联系起来，为制定工程设计标准和推求指定设计标准下的水文变量奠定了基础。

1932年谢尔曼提出的单位过程线；1933年霍顿建立的下渗公式；1935年麦卡锡等人提出的马斯金格姆流量演算技术等，为根据降雨过程计算流量过程和河道洪水演进计算提供了方法，为流域洪水预报和河道洪水预报奠定了基础；1938年斯奈德提出了比较实用的综合单位线，为无资料地区水文计算开辟

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

了途径。这些成就为水文科学解决各类实际问题在理论和方法上准备了条件，标志着应用水文学初步形成。

1945 年克拉克提出瞬时单位线的概念；纳什于 1957 年建立了瞬时单位线方法；1946 年波利亚科夫提出可用马尔科夫链来描述年径流系列，把随机过程理论和方法引入水文学；1951 年柯勒和林斯雷提出了图解方法，解决多元非线性回归的暴雨径流多变数水文特征合轴相关图，促进了各水文要素的综合效应的研究；1949 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》等专著陆续出版，系统阐述了应用水文学理论和方法，标志着应用水文学进入了成熟阶段。

二十世纪 50 年代后，应用水文学不断发展学科自身的理论和方法，紧密联系工程实际，开拓了如水资源利用、人类活动的水文效应等新的研究领域，形成了工程水文学、农业水文学、森林水文学、都市水文学和医疗水文学等分支学科。

工程水文学主要包括水文计算、水文预报和水利计算三个组成部分。水文计算主要运用概率论和数理统计的原理和方法，对未来长期的水文情势作出概率预估，为各类水利工程的规划和设计提供设计暴雨、设计洪水设计年径流及其他有关水文数据。

水文预报是根据流域暴雨洪水形成理论和河道洪水波传播的规律，为各类防洪工程发布洪水预报；同时，也根据水体热量平衡原理，对山区融雪径流，河流、水库、湖泊冰情作出预报；根据土壤中水分的补给、运动和消退规律，为农业提供土壤水分的预报；根据河道退水规律，为航运和引水工程等作出枯季径流及其水位预报。

水利计算是研究水资源综合利用中的规划和经济效益论证，管理运用中的优化调度和对环境影响评价的理论、原则和计算方法，特别是水资源开发利用中系统分析的理论和方法。

都市水文学主要研究可供城市利用的地表和地下水资源的数量和质量评价，为城市供水规划提供依据；城市地下水资源的合理开采，以防止城市地面沉降；都市化对城市暴雨、洪水径流形成过程的影响，为城市防洪和排水系统的规划设计提供数据。

农业水文学是研究土壤水分、土壤蒸发、植物散发与作物生态的关系；研究地下水埋深与作物根系发育、土壤次生盐碱化的关系；研究农业小气候的形成和特点，以便更有效地协调水、土壤、作物、气象的综合作用，为合理灌溉、保墒抗旱、防治涝渍和减少水土流失提供依据。农业水文学也研究各种农业措施的水文效应。

森林水文学主要研究森林对降水的影响；林冠的截留；林地土壤水动态和林地地下渗过程；林区蒸散发；森林对地表径流、壤中流和地下径流分配的改变，以揭示森林对水量平衡要素的影响；研究森林的保水作用，山地荒废和水土流失与森林的关系，为制定水土保持措施提供依据。

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