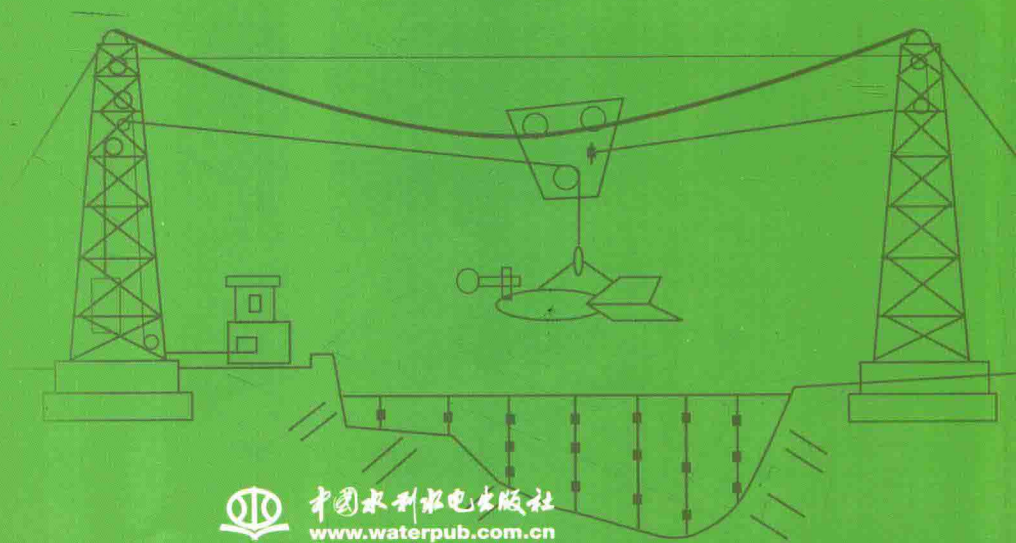




全国水文勘测技能培训系列教材

水文学概论

水利部水文局 组织编写
黄红虎 主 编
林祚顶 副主编
杨诚芳 主 审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国水文勘测技能培训系列教材

水文学概论

| | |
|--------|------|
| 水利部水文局 | 组织编写 |
| 黄红虎 | 主 编 |
| 林祚顶 | 副主编 |
| 杨诚芳 | 主 审 |



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书是“全国水文勘测技能培训系列教材”的分册之一，主要介绍从事水文与水资源相关工作所必须具备的基础知识。全书共分10章，内容包括绪论、水文循环与水量平衡、河流与流域、降水、蒸散发、下渗、径流、河流水情、河流泥沙、特殊水体水文。各章均有本章小结、思考与练习。

本书力求体现职业培训特点，原理简明，循序渐进，深入浅出，图文并茂，宜教宜学。本书可作为水文职工技术技能培训用教材，也可供从事水利工作的技术人员及大中专学校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

水文学概论 / 黄红虎主编 ; 水利部水文局组织编写
— 北京 : 中国水利水电出版社, 2017.6
全国水文勘测技能培训系列教材
ISBN 978-7-5170-5579-2

I. ①水… II. ①黄… ②水… III. ①水文学—技术
培训—教材 IV. ①P33

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第157848号

| | |
|------|---|
| 书 名 | 全国水文勘测技能培训系列教材 水文学概论 SHUIWENXUE GAILUN |
| 作 者 | 水利部水文局 组织编写 |
| 出版发行 | 主编 黄红虎 副主编 林祚顶 主审 杨诚芳 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心) |
| 经 售 | 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点 |
| 排 版 | 中国水利水电出版社微机排版中心 |
| 印 刷 | 北京市密东印刷有限公司 |
| 规 格 | 184mm×260mm 16开本 12.25印张 290千字 |
| 版 次 | 2017年6月第1版 2017年6月第1次印刷 |
| 印 数 | 0001—3000册 |
| 定 价 | 25.00元 |

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编 委 会

| | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主 任 | 林祚顶 | 杨诚芳 | | | |
| 副 主 任 | 张建新 | 周济人 | | | |
| 委 员 | 周国树 | 熊亚南 | 罗国平 | 黄红虎 | 朱春龙 |
| | 周建康 | 王晓平 | 李 里 | 陈松生 | 宋政峰 |
| | 马 倩 | 李正最 | 阴法章 | | |
| 办 公 室 | 张海翎 | 李 帆 | 董秀颖 | 李 静 | 李 薇 |

主 编 单 位

水利部水文局
扬州大学

致 谢 单 位

长江水利委员会水文局
黄河水利委员会水文局
淮河水利委员会水文局
珠江水利委员会水文局
太湖流域管理局水文局
天津市水文水资源勘测管理中心
辽宁省水文局
黑龙江省水文局
吉林省水文水资源局
上海市水文总站
江苏省水文水资源勘测局
浙江省水文局
安徽省水文局
河南省水文水资源局
湖北省水文水资源局
湖南省水文水资源勘测局
广西壮族自治区水文水资源局
贵州省水文局
陕西省水文局
甘肃省水文局
青海省水文局
水利部南京水利水文自动化研究所

序

为满足我国经济社会发展对水文的新要求，近年来水文服务范围不断扩大，水文现代化建设突飞猛进，水文监测能力不断提升，水文的基础作用和支撑能力明显增强，我国的水文事业取得了跨越式的发展。

水利部一直以来高度重视水文人才队伍建设，持续不断地开展人才培养和培训工作，不断提升水文队伍素质。近年来，随着水文事业不断发展，水文先进技术和仪器设备不断得以应用，在新形势、新需求下，水文人才培养尤为重要。为适应新时期水文事业的发展需求，2014年伊始，在水利部人事司的指导下，水利部水文局主持并启动了水文勘测技能培训系列教材的编撰工作。

为使该系列教材更有针对性，更具实用性，水利部水文局联合扬州大学在全国水文系统进行了广泛调研，又邀请了数十位专家、教授和技术能手，对水文勘测工作和任务进行了深入的分析研究，参考借鉴了国际上流行的能力本位教育模式（Competency Based Education，简称CBE），按照我国人力资源和社会保障部组织制订的国家职业技能标准《水文勘测工》的有关要求，结合近年来水利部人事司、水利部水文局在扬州大学联合主办的水文职业技能培训情况和我国水文职工队伍现状，特别是根据新时期水文勘测工作所承担的职责和具体任务，编写了水文勘测技能培训教学的课程体系框架，以及各门课程教材的编写大纲。在此基础上，按计划编撰出版各门课程的教材。

这套培训教材体系完整，在阐述应知的理论知识基础上，突出实践与应用，突出新技术、新方法、新设备、新仪器的应用，针对性强，并具有一定的前瞻性，宜教宜学，紧密贴合水文勘测岗位情况，能满足新技术发展的要求，适用于水文行业职业教育和在职职工培训，也适用于大专院校相关专业师生学习参考，并可作为全国水文勘测技能竞赛培训教材。

希望这套培训教材的面世，能为全国水文职工培训和自学创造更好的条件，促进我国水文行业优秀人才不断涌现，推动我国水文事业不断发展。

编委会

2016年3月

前 言

《水文学概论》是“全国水文勘测技术技能培训系列教材”的分册之一。本系列教材的编撰，以提高技术、技能为主旨，力图反映最新科技的发展，贯彻使用新的规范（标准），突出新技术、新方法、新设备、新仪器的应用；理论以必需、够用为度，突出实践与应用，适当拓展，具有一定的前瞻性；循序渐进，图文并茂，示例丰富，宜教宜学。

《水文学概论》是一门专业基础课，主要阐述从事水文与水资源相关工作所必须具备的基础知识，为《水文情报预报》《水文水资源分析计算》教材中所采用的预报、计算方法以及开展水文业务工作等提供相关的理论支撑。随着水文事业的快速发展，水文服务领域越来越广，社会关注度越来越高，水文学理论和基础知识也较以往更加受到重视。本分册紧密结合实际需求，基础知识覆盖面广，概念原理简明实用。

本分册共分10章。第1章绪论；第2章水文循环与水量平衡；第3章河流与流域；第4章降水；第5章蒸散发；第6章下渗；第7章径流；第8章河流水情；第9章河流泥沙；第10章特殊水体水文。每章均有本章小结、思考与练习。

本分册由扬州大学黄红虎任主编，水利部水文局林祚顶任副主编，扬州大学杨诚芳担任主审。

本分册的编写得到多方指导、支持与帮助。水利部水文局和扬州大学水利与能源动力工程学院予以精心组织；水利部水文局张建新处长、王晓平教授，长江水利委员会水文局陈松生、邹冰玉，辽宁省水文局李里，江苏省水文水资源勘测局马倩、王永东，上海水文总站宋政峰，对教材的编写给予了详细指导和建议；江苏、上海、辽宁、陕西、贵州、甘肃、青海等省（直辖市）水文局（水文总站）提出了许多宝贵建议并提供第一手资料；扬州大学杨诚芳教授在教材编写的各个环节均给予了具体指导；中国水利水电出版社李亮分社长、刘佳宜编辑对分册的编辑和出版给予了大力支持。在此，一并表示诚挚谢意。

在本分册的编写中，参考和引用了一些专著、教材和技术文献，在书中参考文献中都尽量注明出处，但难免有遗漏，在此谨向所有原作者表示谢意。

由于编者水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

2017年4月

目 录

序

前言

| | |
|-------------------|----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 1.1 水文现象与水文学 | 1 |
| 1.2 水文学的发展 | 4 |
| 1.3 水文现象的特点与研究方法 | 6 |
| 本章小结 | 8 |
| 思考与练习 | 8 |
| 第 2 章 水文循环与水量平衡 | 9 |
| 2.1 水文循环 | 9 |
| 2.2 地球上的水及水量平衡 | 13 |
| 2.3 水量平衡应用 | 19 |
| 2.4 水资源的一般概念 | 23 |
| 本章小结 | 24 |
| 思考与练习 | 25 |
| 第 3 章 河流与流域 | 26 |
| 3.1 河流 | 26 |
| 3.2 流域 | 33 |
| 3.3 流域自然地理特征 | 36 |
| 本章小结 | 38 |
| 思考与练习 | 39 |
| 第 4 章 降水 | 40 |
| 4.1 降水的形成、类型及影响因素 | 40 |
| 4.2 降水特征及表示方法 | 44 |
| 4.3 面平均降水量计算 | 47 |
| 本章小结 | 49 |
| 思考与练习 | 50 |
| 第 5 章 蒸散发 | 52 |
| 5.1 水面蒸发 | 53 |
| 5.2 土壤蒸发 | 55 |

| | | |
|---------------|------------------------|------------|
| 5.3 | 植物散发 | 58 |
| 5.4 | 流域蒸散发 | 61 |
| | 本章小结 | 65 |
| | 思考与练习 | 65 |
| 第 6 章 | 下渗 | 67 |
| 6.1 | 土壤的物理性质及土壤水的存在形式 | 67 |
| 6.2 | 土壤含水率及水分常数 | 72 |
| 6.3 | 下渗过程 | 75 |
| 6.4 | 地下水 | 79 |
| | 本章小结 | 82 |
| | 思考与练习 | 82 |
| 第 7 章 | 径流 | 83 |
| 7.1 | 径流形成过程概述 | 83 |
| 7.2 | 流域产流 | 86 |
| 7.3 | 流域汇流 | 98 |
| | 本章小结 | 116 |
| | 思考与练习 | 117 |
| 第 8 章 | 河流水情 | 118 |
| 8.1 | 河流的水源补给 | 118 |
| 8.2 | 径流的表示方法 | 119 |
| 8.3 | 河流的径流情势 | 121 |
| 8.4 | 洪水、枯水与冰情 | 124 |
| | 本章小结 | 131 |
| | 思考与练习 | 131 |
| 第 9 章 | 河流泥沙 | 132 |
| 9.1 | 河流泥沙的来源 | 132 |
| 9.2 | 河流泥沙特征与运动 | 133 |
| 9.3 | 流域产沙 | 139 |
| 9.4 | 流域输沙 | 142 |
| | 本章小结 | 144 |
| | 思考与练习 | 144 |
| 第 10 章 | 特殊水体水文 | 145 |
| 10.1 | 湖泊 | 145 |
| 10.2 | 人工湖泊——水库 | 155 |
| 10.3 | 河口 | 161 |
| 10.4 | 冰川 | 170 |

| | |
|---------------|-----|
| 10.5 沼泽 | 178 |
| 本章小结 | 181 |
| 思考与练习 | 182 |
| 参考文献 | 183 |

第 1 章 绪 论

1.1 水文现象与水文学

1.1.1 水文现象

水是一切生命赖以存在的基础，也是人类生活和社会经济生产中不可或缺的重要资源。为了开发利用这一重要资源，也为了减少水所带来的灾害，人们需要从各个方面对自然界的水进行系统观测、实验、分析和归纳总结，逐步形成了水文科学。一般而言，水文学是研究地球上水的循环、运动与转化及其与地球大气、生物、土壤和岩石等圈层相互作用和联系的一门科学。在对自然界水的认识不断深化的过程中，水文科学也在不断发展。

地球上的水以气态、液态或固态形式存在于地球的表面，土壤岩层以及大气层中，总量大体不变。在自然界，以一定方式存在于某一环境中，具有一定特征和变化规律的水，称为水体。例如，江河、湖泊、沼泽、冰川、海洋，地下的潜水、土壤水，以及大气中的水汽等。这些水的演变、相互转化、运动，例如降水、蒸发、径流、下渗、结冰等，都称为水文现象。水文现象与水具有液态、气态和固态 3 种物理状态的属性有关。从宇宙空间看地球是蓝色的，因为 3/4 的地球表面都被水所覆盖，因此从总体上说，地球上的水很多。这些水在太阳辐射和地球引力作用下，时刻不停地在进行着运动和形态的转化，形成了自然界复杂的水循环。水循环既能保持总的水量不变，又影响着各地各种水体水量的增减消涨，一方面为各地供给所需要的水量，另一方面又可能因为受地理和气候气象条件所限，不仅使各地湿润干旱不一，而且即使在同一地区的不同时期也会水量丰枯不均，甚至造成洪涝干旱灾害。例如某一地方降水偏多，于是江河横溢，洪水泛滥；另一地方降水偏少，又可能引起水荒以至旱灾，或者某一个地方虽然总的降水量比较丰富，但是却集中于很短的时期内，大部分时期降水很少，也会造成这一时期的干旱，等等。水又是一种很好的载体和溶剂，许多物质都可被水流所携带或溶解在水中，随着水流而运动、迁移。例如，土壤的侵蚀与搬运，河流中泥沙的输移，肥料以及污染物的溶解和迁移都是在水流作用下进行的。数十万年来，由于泥沙的淤积，形成了肥沃富庶的黄淮海平原；而黄河的泛滥改道也是中华民族的心腹之患。随着人类社会经济的发展，某些工业废弃物被水流携带而扩散，引起了环境的污染，其中重金属污染甚至危及人类健康；氮磷等农业肥料也会因施用方法不当而随水流而流失，造成水体的富营养化，引起另一类环境问题。

水在流动过程中具有能量，洪水因流量流速大具有巨大动能，会冲毁桥梁、堤坝，给人类带来难以估计的损害。另一方面，人类可以利用水流动能驱动水力机械或把水的势能量集中起来发电。

1.1.2 水文学

水文学是地球科学的一个重要分支。关于水文学的定义有很多种。例如1962年,美国国家科技委员会将“水文学”定义为“一门关于地球上各种水的发生、循环、分布,水的化学和物理性质以及水对环境的作用,水与生命体的关系等的科学”。1987年,《中国大百科全书》提出水文科学是“关于地球上水的起源、存在、分布、循环运动等变化规律和运用这些规律为人类服务的知识体系”。《水文基本术语和符号标准》(GB/T 50095—2014)中定义水文学是“研究地球上水的形成、循环、时空分布、化学和物理性质以及水与环境的相互关系的学科”。

但是,尽管各种表述有所不同,但基本上可以将水文学总结为“是一门研究地球上各种水体的形成、运动规律以及相关问题的学科体系”。毫无疑问,它研究的主要对象是自然界客观存在且人类赖以生存的“水”,水永远是影响人类社会发展的的重要因素。因此,水文学在认识自然、改造世界的过程中,有着重要的意义和广阔的应用前景。不过,有人认为水文学主要研究地表面或近地表面的水,海洋水则属于海洋地理学和海洋科学的范畴。

水文学作为一门地球科学,与其他自然科学有着密切的关系,因此涉及的内容十分广泛,包括许多基础科学问题,具有自然属性,是地球科学的组成部分。因为水文循环使水圈、大气圈、生物圈和岩石圈紧密联系起来,故水文学与地球科学中的其他学科如气候学、气象学、地质学、自然地理学等密切相关。

另一方面,由于水文学在形成与发展过程中,直接为人类服务,并受人类活动的影响,因此它又具有社会属性,属于应用科学的范畴。由于人类对水文循环的影响作用越来越大,因此急需从变化的自然和变化的社会的角度来研究水文问题,研究人类活动影响下的水文效应与水文现象。这种趋势在现代水文学上表现得日益突出。

1.1.3 水文学的分支

由于水文学的内容非常丰富和广泛,进行深入的、更加细致的研究,需要进一步细化,也就产生了许多分支,有的以水体作为研究的对象,形成一系列分支;有的以研究的方法为主要内容,也形成了一系列分支;还有以应用为目标、或者按照研究的内容进行分解,形成了各种类别的分支。

水文学的研究,开始时主要集中在陆地表面的河流、湖泊、沼泽、冰川等水体,以后才逐渐扩展到对地下水、土壤水、大气水和海洋水等水体的水文现象进行研究。因此,传统的水文学自然形成了以水体为主的一系列分支,主要有河流水文学、湖泊水文学、沼泽水文学、冰川水文学、海洋水文学、地下水文学、土壤水文学、水文气象学、河口海岸水文学等。

在研究的方法上,为了探究水文现象的本质,除了理论研究以外,还采用实验研究方法,由此水文学又派生出3个分支学科:水文测验学、水文调查、水文实验。

根据水文学研究内容,水文学又可划分为水文学原理、水文预报、水文分析计算、水文地理学、河流动力学等,形成了一系列分支学科。

作为应用科学，水文学又分为工程水文学（包括水文分析计算、水文预报等）、农业水文学、土壤水文学、森林水文学、城市水文学、环境水文学、生态水文学等。

随着新理论、新技术的引进，水文学又出现一些新的分支，例如针对水文现象具有随机性、不确定性以及水文现象涉及的范围大、空间变化大的特点，有随机水文学、模糊水文学、灰色系统水文学，随着遥感技术的应用，产生了遥感水文学；还有如同位素水文学、数字水文学等。

现就部分主要的水文学分支学科作简要介绍。

(1) 水文学原理。以研究自然界水文循环、水分运动和溶质输移转化机理，以及水圈与大气圈、岩石圈、生物圈的相互关系为主。主要内容包括：不同尺度水文循环机理，土壤水分运动、下渗和蒸散发机理、洪水波运动规律、山坡产流、汇流、产沙机理，水文循环中溶质输转化机理等。水文学原理是所有分支水文学的理论基础。

(2) 河流水文学。以河流的水文现象作为主要的研究对象，研究河流水文现象的基本规律及河流资源的利用。主要包括河流补给、河流洪水与枯水、河流热动态与冰情、河流泥沙和河流水质等。河流的形成与水系发育、河槽形势和河床演变、河流生态系统保护与修复也是河流水文学的重要研究课题。

(3) 湖泊水文学。以湖泊（水库）的水文现象作为主要的研究内容，探究其基本规律和湖泊资源的利用。主要包括：湖泊水量和水位的变化、湖水运动、湖水热动态、湖水光学、湖水化学、湖泊沉积、湖泊富营养化和生态系统等。湖泊形态及演变也属于湖泊水文学的研究内容。

(4) 冰川水文学。冰川是一种特殊水体，是补给江河湖库重要的水源之一。冰川水文学主要研究地球表面冰川、积雪水文现象的基本规律、冰雪水资源利用及融冰雪洪水灾害防治。例如冰川的形成与进退消长的运动和变化、全球气候变化对冰川的影响，冰川积雪融化于河流的补给的关系等。

(5) 河口海岸水文学。河口海岸区域是一个非常特殊的地区，不仅有河流上游的径流入海，又有受到月球引力所形成的潮汐，形成了许多很复杂的水文现象。河口海岸水文学主要研究入海河口和海岸带水文现象基本规律、河口和海岸带的利用及灾害防治等内容。例如河口洪水波的传播与扩散、潮波的传播与变形、近岸海流、增减水、河口盐淡水混合与盐水楔、河口过滤器效应、河流中的泥沙运动和泥沙流等。河口三角洲和滩涂形成演变、河口和滩涂生态系统，也是河口海岸水文学研究的重要内容。

(6) 地下水文学。在降水偏少的干旱、半干旱地区，地下水成为最重要的水资源。要科学合理地开发利用地下水，首先需要研究地下水水文现象的基本规律。例如地下水的形成、补给和储存条件、地下水运动，地下水水量、水位和水质的动态变化等。同时，还要研究地下水开发利用可能引起的环境和生态等问题。

(7) 水文气象学。水文现象与气候、气象的关系非常密切，在长期的实践中，逐步形成了水文气象学，它主要研究水文循环的大气过程，气候系统中的水分交换，气候气象要素的变化与水文循环的关系，旱涝中长期预报和可能最大暴雨等。

(8) 水文测验学。水文测验学是水文学中非常重要的一个分支，它主要研究水文要素量质及时空分布的观测技术和方法手段、仪器设备、技术标准，以及水文数据的传输、分

析、整编、储存、检索和数据库技术。水文测验工作所采集并积累的水文资料是一切涉水工程的规划、设计、施工、管理的基础，也是其他所有水文学分支的重要技术支持，在水资源管理、防汛防旱、减灾防灾中发挥巨大的作用。

(9) 水资源学。研究水资源时空分布、供需平衡，以及水量、水能、水质的合理开发、利用、保护、管理的理论与方法。主要包括水资源供需分析、水资源系统分析、水资源经济分析和水资源管理等。

(10) 工程水文学。研究水文学原理应用于工程实践的方法，为水利工程或其他有关工程的规划、设计、施工、运行管理提供水文数据。主要包括水文分析计算、水文预报和水利计算等内容。

(11) 随机水文学。研究应用随机过程理论、时间序列分析方法和蒙特-卡洛 (Monte-Carlo) 方法等描述水文要素时空变化的原理与方法。主要包括水文随机模型建立及其在表征水文现象统计特征中的应用等。

(12) 农业水文学。研究 SPAC (土壤-植物-大气连续体) 系统中水文现象的基本规律，为农业合理用水、节水和灌溉提供科学依据。SPAC 系统中的水文现象主要包括：降水-地表水-土壤水-地下水的相互转化，溶质在 SPAC 系统中运移转化等。

(13) 森林水文学。研究森林水文效应、保水作用及水土流失的防治。森林的水文效应主要包括：森林对降水的影响、林冠截留、林区蒸散发、林地土壤水动态和下渗过程、森林对径流形成机理的影响。

(14) 城市水文学。研究城市化水文效应，为城市的给排水和防洪工程建设，以及生态环境质量改善提供水文依据。城市化水文效应主要包括：城市“雨岛效应”“热岛效应”、城市化对径流形成机理的影响等。

(15) 环境水文学。研究水环境本底特征、水体自净机理及其与水文要素的关系，还研究水环境影响评价和保护以及生态环境修复技术等。

(16) 生态水文学。研究生态格局及生态过程中的水文机理，以植物如何影响水文过程及水文过程如何影响植物生长和分布作为主要研究内容。研究对象涉及江河生态系统、湖泊生态系统、湿地生态系统、森林和疏林生态系统、干旱区生态系统等。

(17) 数字水文学。研究基于由信息时代最具代表性特征的数字化技术所构建的平台，描述水文现象、探索和揭示水文规律的理论基础和具体方法。

1.2 水文学的发展

人类在生存和改善生活的生产实践中，特别是在与水灾、旱灾斗争的过程中，对经常出现的水文现象进行探索，在不断认识和积累经验的基础上，吸取其他基础科学的新思想、新理论、新方法，才逐步形成水文学。可以说，水文学的发展经历了由萌芽到成熟、由定性到定量、由经验到理论的过程，大致经历了以下 4 个阶段。

1.2.1 萌芽阶段 (16 世纪末以前)

在这一个时期，人们为了生活和生产的需要，开始了原始的水位、雨量观测，对水流

特性进行观察,并在一定程度上对水文现象进行定性描述、经验积累、推理解释。世界上最早的水文观测出现在中国和埃及,比如,在《吕氏春秋》《水经注》等古代著作中,系统地记载了我国各大河流的源流、水情,并记载了水循环的初步概念及其他水文知识。

当然,由于这个时期人们的认识能力有限,对自然界水文现象了解不够,也不可能上升到水文学理论高度上,因此,这一漫长的发展过程仅是水文学的发展起源或萌芽阶段。

1.2.2 形成阶段(17世纪初—19世纪末)

在这一个时期,随着自然科学技术的迅速发展,水文观测实验仪器不断被发明和使用,特别是在19世纪以来,各国普遍建立水文站网并制定统一的观测规范,使实测的水文数据成为科学分析的依据。该阶段是实验水文学兴起阶段。在此基础上,发现了一些水文学的基本原理,奠定了水文学的基础,逐步形成了水文学体系。

该阶段的特点是,对水文现象的描述,开始由定性发展到定量表达,初步形成了水文学的基本理论。

1.2.3 兴起阶段(20世纪初—20世纪60年代)

这一个时期,特别是新中国建立以后,百废待兴,经济社会迅速发展,水利、交通、动力等急需大量开发,特别是从治淮开始,全国掀起了兴修水利的高潮,迫切需要水文资料,研究解决工程建设中的许多水文问题。这种形势促使水文事业有了长足的发展,进一步促进了水文学的理论研究和应用实践,并取得了丰硕的成果,例如在此期间,水文测验质量显著提高,测洪能力大大增强,为水文学的理论研究提供了有力的支撑。在水情和水文预报方面,逐步开展重要河段洪水预报的研究和实践,系统地提出了具有我国特色的洪水预报方法。60年代,一些生产单位、科研机构 and 高等院校研究了湿润、半湿润地区和干旱、半干旱地区不同流域的产流特性。在水文分析计算方面,更是取得了许多研究成果,1955年起,集中研究了暴雨洪水的频率分析方法以及小流域暴雨洪水的计算方法;还有一批径流、蒸发、水库、河床实验站,取得了施测成果,为理论研究提供佐证,等等。还要特别指出的是,新中国成立初期,就在高等学校设置了我国第一个陆地水文专业,培养了大批水文专业人才,为水文学的发展提供了人才支持。该阶段的特点是,水文观测理论体系进一步成熟,应用水文学进一步发展,水文学理论体系逐步完善。

1.2.4 现代阶段(20世纪60年代至今)

20世纪60年代以来,一方面,随着计算机技术的发展和遥感技术的应用,以及一些新理论和边缘学科的不断渗透,水文学发展增添了许多新的理论、新的技术手段与方法,派生出许多新的学科分支,使得水文学理论更加丰富,但是,另一方面,由于人类改造世界的的能力不断增强,活动范围不断扩大,再加上人口膨胀,出现了水资源短缺、环境污染、气候变化等一系列问题,使水文学面临着更多的机遇与挑战,特别是需要开展水资源及人类活动水文效应的研究,这也促使水文学进入了现代水文学的新阶段。

该阶段的特点是，引进了计算机技术和3S技术，一些新理论、新方法和边缘学科不断渗透，分支学科不断派生，研究方法趋于综合，重点开展水资源及人类活动水文效应的研究。

1.3 水文现象的特点与研究方法

1.3.1 水文现象的特点

水文现象是气候气象和自然地理因素综合影响的结果，因此，这些因素的组合和变化，决定了水文现象的特点。这些特点可归纳为以下两个方面。

(1) 周期性与随机性。作为地球物理的一部分，水文现象受到地球自转及公转的影响，在时间上既具有一定的周期性，也具有某种随机性。例如，河流量一般具有以年为周期的丰枯变化，我国大多数河流夏秋为汛期，冬春为枯季；气温受太阳辐射影响，具有以年为周期的季节变化以及以日为周期的昼夜变化；冰川补给的河流受气温影响，有较明显的日变化周期；潮汐现象受月球运行影响而呈日周期变化；此外，还发现水文现象具有多年变化的周期，不过，它不像年变化周期那样明显；这些都属于周期性。但影响水文现象的因素很多，特别是因为水文现象主要是由降水引起的，而降水本身是一个随机的、不确定的过程，而且水文现象涉及的范围大、空间变化大，故水文现象的时空变化具有很强的随机性。

(2) 相似性与特殊性。水文现象也与地理条件有关，所以，它还具有一定的相似性。首先，气候条件有大尺度的分带性，例如湿润区、干旱区等，在同一个气候区内，如果下垫面条件也比较一致，例如地形、植被、土壤等基本相同，则在这一个区域内的流域，其径流的形成机理基本相同，其水文现象在一定程度上也相似。例如，我国东部沿海湿润区的河流量比较丰沛，植被条件良好，各流域的产流方式同属于一种模式；而西部干旱区的河流量不足，植被条件较差，各个流域的产流方式会是另一种模式。这种现象称为地区相似性。这一特性，为水文学的研究和应用提供了一条途径：在一个缺乏实测资料的流域，可以通过相似性的论证，寻找相似流域，借用其水文资料进行研究和应用。不过，即使在同一地区，由于局部的地形、植被、土壤等下垫面条件的差异，有关流域的水文规律也可能不尽相同，甚至出现很大的差异。例如，同处一个相似地区，山区与平原河流的洪水情势不同，岩溶区与非岩溶区的地下水赋存状态不同，都属于特殊性。对于具体的某个流域，以上所述的相似性和特殊性并非固定不变。例如陕北黄土高原地区，处于半干旱地区，年降水量较少，且年内分配极不均匀，加上植被条件较差，致密的黄土不利于地表水的入渗，产流方式属于干旱地区模式，暴雨形成的径流陡涨陡落，挟带着大量泥沙倾泻而下，但是随着退耕还林政策的实施，如今林木茂盛，暴雨径流过程变得平缓，河水的含沙量明显减少，不再浑浊。可见，其产流模式与原来的不再相同，有了向湿润地区变化的趋势。

1.3.2 水文现象的研究方法

根据水文现象的特点，按不同的目的和要求，水文现象的研究方法有下列3种。