



21世纪交通版高等学校教材
机场工程系列教材

机场排水设计

Jichang Paishui Sheji

岑国平 洪 刚 编 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

21世纪交通版高等学校教材
机 场 工 程 系 列 教 材

机场排水设计

岑国平 洪 刚 编 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是高等学校机场工程系列教材之一。主要介绍机场排水及防洪的规划、设计方法及所需的工程水文基础知识。本书分为两篇,上篇介绍工程水文基础知识,包括水分循环及径流形成的基本概念、水文统计原理和设计洪水推求的方法、设计暴雨和小流域洪水计算等。下篇介绍机场排水设计的原理和方法,包括机场防排洪设计、飞行场地排水系统布置和水文水力计算等。

本书可作为高等学校机场工程专业教材,还可供机场设计、施工等技术人员及公路、市政、厂矿等工程的有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机场排水设计 / 岑国平, 洪刚编著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016.6

21 世纪交通版高等学校教材. 机场工程系列教材
ISBN 978-7-114-13108-0

I. ①机… II. ①岑… ②洪… III. ①机场—排水系
统一设计—高等学校—教材 IV. ①TU248.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 135661 号

21 世纪交通版高等学校教材

机 场 工 程 系 列 教 材

书 名: 机场排水设计

著 作 者: 岑国平 洪 刚

责任编辑: 李 喆

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 21.25

字 数: 504 千

版 次: 2016 年 7 月 第 1 版

印 次: 2016 年 7 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13108-0

定 价: 52.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

出版说明

随着近些年来我国经济的快速发展和全球经济一体化趋势的进一步加强,科技对经济增长的作用日益显著,教育在科技兴国战略和国家经济社会发展中占有重要地位。特别是民航强国战略的提出和“十二五”综合交通运输体系发展规划的编制,使航空运输在未来交通运输领域的地位和作用愈加显著。机场工程作为航空运输体系中重要的基础设施之一,发挥着至关重要的作用。据不完全统计,我国“十二五”期间规划的民用改扩建机场达110余座,迁建和新建机场达80余座,开展规划和前期研究建设机场数十座,通用航空也迎来大发展的机遇,我国机场工程建设到了一个新的发展阶段。

国内最早的机场工程本科专业于1953年始建于解放军军事工程学院,设置的主要专业课程有:机场总体设计、机场道面设计、机场地势设计、机场排水设计和机场施工。随着近年机场工程的发展,开设机场工程专业方向的高校数量不断增多,但是在机场工程专业人才培养过程中也出现了一些问题和不足。首先,专业人才数量不能满足社会需求。机场工程专业人才培养主要集中在少数院校,实际人才数量不能满足机场工程建设的需求。其次,专业设置不完备,人才培养质量有待提高。目前很多院校在土木工程专业和交通工程专业下设置了机场工程专业方向,限于专业设置时间短、师资力量不足、培养计划不完善、缺乏航空专业背景支撑等各种原因,培养人才的专业素质难以达到要求。此外,我国目前机场工程专业教材总体数量少、体系不完善、教材更新速度慢等因素,也在一定程度上阻碍了机场工程专业的发展。为了更好地服务国家机场建设、推动机场工程专业在国内的发展,总结机场工程教学的经验,编写一套体系完善,质量水平高的机场工程教材就显得很有必要。

教材建设是教学的重要环节之一,全面做好教材建设工作是提高教学质量的重要保证。我国机场工程教材最初使用俄文原版教材,经过几年的教学实践,结合我国实际情况,以俄文原版教材为基础,编写了我国第一版机场工程教材,这批教材是国内机场工程专业教材的基础,期间经历了内部印刷使用、零星编写出版、核心课程集中编写出版等阶段。在历次机场工程教材编写工作的基础上,空军工程大学精心组织,选择了理论基础扎实、工程实践经验丰富、研究成果丰硕的专家组成编写组,保证了教材编写的质量。编写者经过认真规划,拟定编写提纲、遴选编写内容、确定了编写纲目,形成了较为完整的机场工程教材体系。本套教材共计14本,涵盖了机场工程的勘察、规划、设计、施工、管理等内容,覆盖了机场工程专业的全部专业课程。在编写过程中突出了内容的规范性和教材的特点,注意吸收了新技术和新规范的内容,不仅对在校学生,同时对于工程技术人员也具有很好的参考价值。

本套教材编写周期近三年,出版时适逢我国机场工程建设大发展的黄金期,希望该套教材的出版能为我国机场工程专业的人才培养、技术发展有一些推动,为我国航空运输事业的发展做出贡献。

编写组

2014年于西安

前 言

本书是高等学校机场工程专业本科生的专业教材。主要介绍机场排水及防洪系统的规划、设计方法及所需的工程水文基础知识。本书分为两篇,上篇介绍工程水文基础知识,包括水分循环及径流形成、水文统计原理与方法、由流量资料推求设计洪水、设计暴雨、小流域设计洪水计算。下篇介绍机场排水设计的原理和方法,包括机场防排洪设计、飞行场地排水系统布置、飞行场地排水系统水文水力计算等内容。

本书第一版自2002年出版以来,在教学中发挥了较好的作用,也为广大机场设计人员提供了重要的参考。近年来,我国机场建设快速发展,机场排水技术有了较大进步,相关的设计标准和规范也作了修订。因此,本次在原教材基础上,对一些内容作了修改和补充。主要有:一是将原第四章降雨径流分析并入小流域设计洪水计算一章,并适当压缩一般流域产汇流计算方法,突出机场防洪中常用的小流域洪水计算理论和方法。二是根据新的《军用机场排水工程设计规范》(GJB 2130A—2012)及其他相关标准,对机场防洪设计标准及有关计算方法和参数按新规范进行修订。三是将近年来新的科研成果和机场设计中的一些新技术和新方法及时补充到教材中,使学生及时掌握新知识。

本书由岑国平、洪刚编著。

本书除作为机场工程专业学生的教材外,还可供机场设计、施工、管理等技术人员及公路、市政、厂矿等工程的有关技术人员参考。

由于编者水平所限,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2016年5月

目 录

绪论	1
第一节 机场水分来源及其危害	1
第二节 机场排水设计的要求与任务	2
第三节 本课程的内容与特点	3

上篇 工程水文学

第一章 水分循环与径流形成	7
第一节 水分循环与水量平衡	7
第二节 河流与流域	9
第三节 降水与蒸发	15
第四节 下渗	22
第五节 径流	25
复习思考题	32
第二章 水文统计原理与方法	33
第一节 概述	33
第二节 随机变量及其概率分布	34
第三节 统计参数	40
第四节 现行频率计算方法	44
第五节 相关分析	51
复习思考题	59
第三章 由流量资料推求设计洪水	61
第一节 设计洪水及设计标准	61
第二节 洪水调查	64
第三节 设计洪水推求	69
复习思考题	81
第四章 设计暴雨	82
第一节 概述	82
第二节 暴雨资料的收集与统计	85
第三节 暴雨强度公式的推求	94
第四节 设计暴雨的时程分配	111
复习思考题	112

第五章 小流域设计洪水计算	115
第一节 概述	115
第二节 流域产流	116
第三节 流域汇流	118
第四节 推理公式的一般形式	127
第五节 水科院水文所公式	130
第六节 小径流研究组公式	143
第七节 公路科研所推理公式	159
第八节 地区性经验公式	166
复习思考题	168

下篇 机场排水设计

第六章 机场防、排洪设计	173
第一节 机场防、排洪的特点与要求	173
第二节 截水沟与排洪沟设计	174
第三节 跌水与陡槽设计	186
第四节 河渠改线设计	198
第五节 防洪堤设计	202
第六节 水库地区的防洪设计	206
第七节 泥石流及其防治措施	212
第八节 涵洞设计	222
复习思考题	231
第七章 飞行场地排水系统布置	233
第一节 道面表面排水	233
第二节 土质地区表面排水	238
第三节 道基排水	243
第四节 排水系统平面布置	248
第五节 排水线路的纵断面设计	253
第六节 排水系统上的附属构筑物	257
复习思考题	265
第八章 飞行场地排水系统水文水力计算	266
第一节 飞行场地雨水设计流量计算	266
第二节 排水沟管的水文水力计算	272
第三节 节点设计流量的计算	286
第四节 道基排水系统水文水力计算	295
第五节 雨水调蓄池和蓄渗池的容积计算	301
第六节 机场排水设计模型	307

复习思考题.....	315
附录.....	316
参考文献.....	329

绪 论

第一节 机场水分来源及其危害

水是一种重要的自然资源,是生命赖以生存的基本物质之一。但过多的水分会引发洪涝灾害,给生产和生活带来很大的危害。机场是航空运输及航空兵部队作战训练的基地,为了保证飞机能在各种气象条件下安全起飞着陆,必须消除各种水分对机场的危害。自然界中的水分,通过不同的途径进入机场,影响机场的使用。为此,首先要弄清机场水分的来源及其对机场的危害,以便根据水分来源和危害程度不同,采取不同的方式将其排除到机场以外地区。

自然界中的水分,通常以大气降水、地面水、地下水等方式进入机场,如图 0-1 所示。

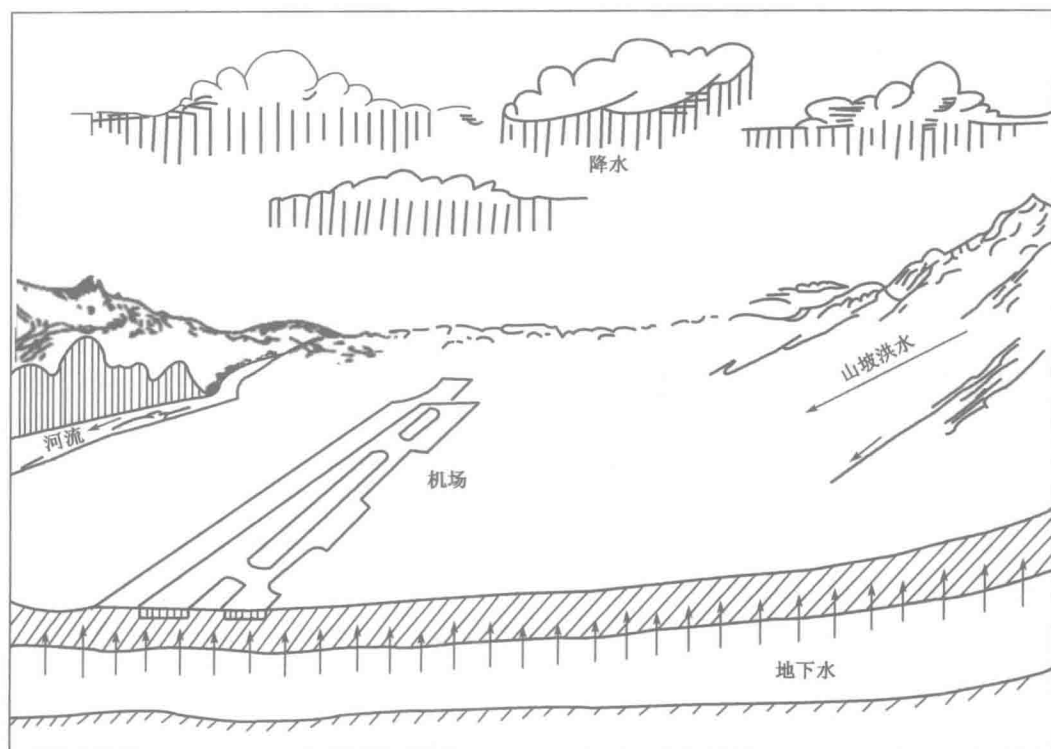


图 0-1 机场水分来源

一、大气降水

大气降水主要指降雨和降雪。我国大部分地区以降雨为主。降落在飞行场地的雨水,若



图 0-2 福建某机场道面积水情况

不及时排出,将使机场产生积水,影响机场正常使用,如图 0-2 所示。特别是跑道等人工道面,雨后有积水时,将会减小道面的摩擦系数,影响飞机起飞、着陆的安全;积水通过道面接缝或裂缝下渗到道基,还会影响道基的强度和稳定性。土跑道、端保险道等土质地带,要保证飞机偶尔滑出道面或迫降时的安全。土质区积水后强度将明显降低,影响这些地区的使用。因此,及时排除降落在飞行场地的雨水,是机场正常使用的重要保证。

二、地面水

地面水可分为山坡洪水和河道洪水。当机场靠山坡修建时,山坡上的坡积水或沟溪中的洪水会流向机场。若没有截排洪设施,对机场危害较大,轻者使机场局部地区积水或冲刷,严重时将淹没机场,冲毁机场设施。例如陕西某机场,在施工期间遭到山洪袭击,大量洪水涌入机场,使未完工的道坪基础泡在水中,洪水挟带的大量泥沙堆积在场内,施工设施也遭到破坏,损失相当严重。当机场附近有河流通过,其洪水位高于机场时,河道洪水会侵入机场。河道洪水对机场的影响主要取决于洪水位与机场的相对高程及洪水持续的时间。重者可使机场长时间受淹,损坏机场设施,严重影响机场使用。如吉林某机场,由于改河工程设计不当,使洪水溢出新改河道而侵入机场,造成严重损失。因此,在山区、丘陵区以及河道附近修建机场时,须特别注意地面水的影响。

三、地下水

地下水是储蓄于土壤、岩石空隙中的水。地下水按埋藏条件可分为上层滞水、潜水和自流水。机场中经常遇到的是上层滞水和潜水。上层滞水和潜水是由于地表水或大气降水渗入地下后,遇到不透水层阻挡聚积而成。当不透水层距地面较近或地表雨水下渗较多时,地下水位往往较高。地下水对机场的影响取决于地下水位距地面的距离。当地下水位距离地面很近时,使道面土基及土飞行区的含水量增大,承载力下降。严重时,会引起道面板沉陷、断裂,或使土飞行区使用的时间缩短。在冰冻地区,过高的地下水位是引起土基冻胀的重要原因。

在机场修建实践中,上述各种水分有时单独出现,但往往是几种同时出现。如地势低洼的机场,外部常受河洪等地面水的威胁,内部雨水受外部洪水的顶托而不易排出。在降雨较多的季节,地下水位往往也很高。因此,应注意几种水分的共同作用与影响。

第二节 机场排水设计的要求与任务

为了消除各种水分对机场的危害,需要进行机场排水设计,修建各种排水设施。由于各类机场所承担的任务不同,排水设计的要求也不同。军用机场可分为野战机场和永备机场。野战机场是航空兵部队的临时基地,机场修建和使用的时间较短,排水设施也是临时的。在机场

使用期间保证飞行安全的前提下,力求采用简易的方法、花费较少的人力物力、在最短的时间内修好排水设施。永备机场是航空兵部队的永久基地,排水设施是永久性的,应具有较高的强度和耐久性。在设计时要考虑多年的水文、地质状况,不仅要消除河洪、山洪对机场的威胁,而且要防止飞行场地表面积水,迅速将场内径流排出。同时要避免地表径流的冲刷作用及地下水对道基的危害。民用机场为了保证旅客生命和财产的安全,尽量减少因降雨等原因引起的停航或飞机延误,对排水设计的要求更高。在同一类机场中,不同的机场等级和使用机种,对排水设计的要求也有所不同。机场等级较高、重要性较大的机场,排水要求也要相应提高。

飞行场地各组成部分的功能不同,其排水设计的要求也有差异。人工道面是飞机活动的主要场所,要求在各种水文气象条件下均能使用。因此,要保证雨后不积水,并且要保持足够的强度和稳定性。土跑道是飞机迫降和紧急起飞着陆的地带,应加速表面径流,消除地面积水,减少地面过湿时间。端保险道和平地区使用较少,只是在飞机冲出或偏出跑道时偶尔使用,因此,一般要求不积水不冲刷即可。

为了满足机场各部分的排水要求,需要修建各种排水系统。在飞行场地内部,为排除降落在各种道坪及土质区的雨水和融雪水,需要修建地表排水系统;为排除渗入道基的水分及降低过高的地下水位,有时需修建地下排水系统。上述两部分统称为飞行场地排水系统或场内排水系统。为防止场外山洪或河洪威胁机场,需要修建机场防、排洪系统或称场外排水系统。机场排水设计的任务是合理规划、设计场内外排水系统,及时排除机场表面径流,防止洪水灾害,保护和改善机场环境,保证机场的正常使用。同时,要做到经济合理、安全可靠、便于施工和维护。

第三节 本课程的内容与特点

进行机场排水设计,首先要了解自然界中各种水分的分布、运动规律及其分析计算的方法,因此首先需要学习工程水文学的基本知识,包括水分循环及径流形成原理、设计洪水推求的方法、设计暴雨及小流域设计洪水计算等。掌握了这些基本知识后,再学习机场排水系统规划、设计的方法。内容包括机场防排洪工程设计、飞行场地排水系统的布置及水文水力计算等。

由于我国地域辽阔,气象、水文、地质、地形、土壤等因素非常复杂,在排水设计中会遇到各种特殊情况,如冲刷问题、冰冻地区的冻胀问题等。但是,这些问题不是每个机场的排水设计都会遇到的,所以本课程只作一般介绍,指出设计时考虑的因素及条件,以便将来设计中遇到此种情况时能参考其他资料进行设计。

机场排水与其他工程的排水有着密切的关系,在设计方法上有共同的地方。如飞行场地的径流计算方法与城市雨水道设计基本相似,排水沟管的水力计算、构筑物设计的计算方法也有相同的地方。机场场外排水与公路、铁路、城镇防洪等有相同的地方。为了做好机场排水设计,在学习和设计过程中应广泛吸取其他排水工程的先进技术和宝贵经验。当然机场排水也有许多独有的问题,它不同于公路、铁路排水及城市排水。这些问题也是本课程需重点解决的。

机场排水设计是机场设计的重要组成部分,它应在机场总体规划的基础上,与机场地势设

计、道面设计密切配合,共同解决飞行场地各部分的强度及飞机在其上活动的安全等问题,因此设计时应综合考虑。例如,机场地势设计中,纵横坡度选择时除了满足飞机活动的安全性与土方工程的经济性外,必须考虑场内各部分雨水的顺利排除,并有利于排水系统的布置。机场高程确定时要考虑防洪、排涝要求。特别是地势低洼的地区,为了满足防洪、排涝的要求,有时不得不抬高机场高程,使雨水能自流排入附近水体。如果考虑不周,可能造成雨水流入道面、局部地区经常积水,不能满足使用要求,或者增加排水的工程量。又如,在道面结构层选择时,要考虑道基的排水问题,有利于渗入基础的水分顺利排出,使道基具有足够的稳定性。总之,在机场设计中地势、道面和排水各部分是紧密联系的,必须综合考虑。不但要满足机场的使用要求,而且还要使道面工程、排水工程及土方工程的总工程量最小。

排水设计涉及的基础知识较多。要想做出合理的排水设计,必须对当地的水文、地质、土壤等自然条件进行调查研究和综合分析,因此,需有土力学、工程地质等知识。在具体设计中,主要以水力学、水文学、概率统计、工程结构等为基础。这些基础知识有的在前期教学中已介绍,而水文学将在本课程中讲述。

本教材共分为两篇,上篇详细介绍与机场排水工程有密切联系的工程水文学的有关内容,是进行机场排水系统水文水力计算的重要基础;下篇主要阐述机场排水设计与计算的原理、方法,是本课程的核心,要求熟练掌握。

上篇

工程水文学

水文学是研究地球上各种水体的形成、运动变化规律及地理分布的科学。地球上的水体包括大气中的水汽,地球表面的河流、湖泊、海洋、沼泽、冰川及地面下的地下水。因此广义的水文学包括水文气象学、地表水文学和水文地质学。水文气象学研究大气中水汽的运动现象,属于气象学的一部分;水文地质学研究地下水的分布和运动规律,属于地质学的一部分;地表水文学又分为陆地水文学和海洋水文学,通常所说的水文学一般是指陆地水文学。在陆地上,有些水体具有特殊的性质,经过长期的研究,已形成了一些独立的学科,如湖泊学、冰川学、沼泽学等,都已从陆地水文学中分离出去。因此近代陆地水文学主要包括河流水文学及其他水文分支中与河流有关的部分。

按研究任务的不同,水文学可分为水文测验学、水文地理学、水文预报和水文分析与计算等。水文测验学研究水文站网的布设,水文资料观测、收集与整理的方法;水文地理学研究水文特征值与自然地理要素之间的相互关系及水文现象的地区规律;水文预报是在研究水文现象变化规律的基础上,预报未来短时期(几小时或几天)内的水文情势,为工程管理和运行提供依据;水文分析与计算是在研究水文现象变化规律的基础上,预估未来长时期(几十年到几百年)内的水文情势,为工程规划和设计提供依据。

近年来,随着水文学自身的发展及与其他学科的结合,逐渐形成一些新的水文分支,如环境水文学、城市水文学等。

工程水文学是将水文学的理论与方法用于工程建设的一门学科,主要研究水利及其他工程的规划、设计、施工和运行管理中涉及的水文问题,直接为国民经济和国防建设服务。机场排水设计中需要用到许多工程水文知识,如场外防洪工程设计中,为防止河洪的危害,需要了解河流水文现象的特性及其流量的计算方法;为防止山洪的危害,需要了解地表径流的形成原理及小流域暴雨洪水的计算方法等。本篇将论述与机场排水和防洪工程相关的一些水文基本知识及计算方法,重点是小流域的暴雨洪水计算。

第一章 水分循环与径流形成

第一节 水分循环与水量平衡

一、水分循环

地球表面的各种水体,在太阳辐射的作用下,不断蒸发成水汽上升到空中,随大气运动输送到各地,在适当的条件下凝结,并以降水的形式又回到地面上,再从河道或地下流入海洋。水分的这种往复循环不断转移交替的过程,称为水分循环或水文循环,如图 1-1 所示。水分循环的外因是太阳的辐射和地球的引力,而内因则是水的三态(气态、液态、固态)之间的相互转换。

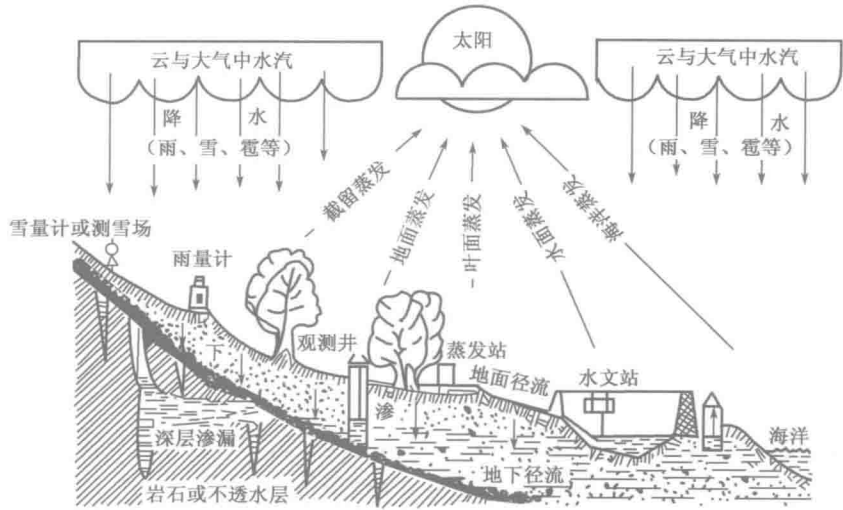


图 1-1 水分循环示意图

根据水分循环所经路径的不同,可将其分为大循环和小循环。从海洋中蒸发的一部分水汽,随气流运动到陆地后冷凝降落到地面,除了一部分重新蒸发外,其余部分沿河流或地下返回到海洋。这种海陆间的水分交换称为大循环。从海洋中蒸发的水汽,上升冷凝后又直接降落到海洋上,或从陆地上蒸发的水汽,上升冷凝后又降落到陆地,这种局部的循环称为小循环。

水分循环与人类有密切的关系。由于水分循环,使得地球上的淡水资源具有再生性。据测算,大气中的水分平均约 10 天交换一次,河流中的水分平均约 12 天交换一次。

二、水量平衡

水分循环过程要保持持续和永久,必须以参与循环的各部分水体的水量平衡为前提。根

据物质不灭定律,对于任意区域,在任意时段内,来水量等于出水量与区域内的蓄水变量之和,即水分循环过程中“收支”平衡,这就是水量平衡原理。据此可以写出水量平衡方程。

水量平衡方程建立了各水文要素之间的定量关系,是水文分析与计算的基本方程,对了解各水文要素的时空变化规律、校核水文分析成果、估算区域水资源等都有很大的作用。

根据水量平衡原理,可列出任意一个区域的水量平衡方程:

$$P + R_1 = R_2 + E + \Delta S \tag{1-1}$$

式中: P ——时段降水量;
 R_1 ——流入边界的地表和地下径流量;
 R_2 ——流出边界的地表和地下径流量;
 E ——蒸发量;
 ΔS ——时段内区域蓄水的增量。

若区域为一闭合流域,即区域边界为分水线,没有地表或地下径流的交换,只有流域的出口有径流流出,则水量平衡方程为:

$$P = E + R + \Delta S \tag{1-2}$$

式中: R ——流域出口的径流量;
其余参数意义同式(1-1)。

在短时期内,区域的蓄水增量可正可负,但如在多年平均情况下,正负值可以相互抵消。即 $\Delta S \rightarrow 0$,因此式(1-2)可写成:

$$\overline{P} = \overline{E} + \overline{R} \tag{1-3}$$

式中: $\overline{P}$ ——多年平均降水量;
 $\overline{E}$ ——多年平均蒸发量;
 $\overline{R}$ ——多年平均径流量。

式(1-3)表明,对于一闭合流域来说,降落在流域内的降水完全消耗于蒸发和径流。如方程两边同除以 $\overline{P}$,则得:

$$\frac{\overline{R}}{\overline{P}} + \frac{\overline{E}}{\overline{P}} = 1 \tag{1-4}$$

式中,径流量 $\overline{R}$ 与降水量 $\overline{P}$ 的比值 $\overline{R}/\overline{P}$ 称为径流系数,蒸发量 $\overline{E}$ 与降水量 $\overline{P}$ 的比值 $\overline{E}/\overline{P}$ 称为蒸发系数。这两个数随着各个流域的自然地理条件的不同在 0~1 之间变化,但两者之和等于 1。干旱地区的径流系数较小,而蒸发系数较大;水量丰沛地区径流系数比较大,常介于 0.5~0.7 之间。

全球和我国的水量平衡各要素的数量见表 1-1 和表 1-2。

全球水量平衡表 表 1-1

区域		面积 1 000km ²	降 水 量		蒸 发 量		径 流 量	
			(10 ¹² m ³)	(mm)	(10 ¹² m ³)	(mm)	(10 ¹² m ³)	(mm)
海洋		361 000	458	1 270	505	1 400	47	130
陆地	外流区	119 000	110	924	63	529	47	395
	内流区	30 000	9	800	9	300		
全球		510 000	577	1 130	577	1 130		

我国水量平衡表 表 1-2

流 域		面积 (占全国百 分数)(%)	降 水 量		径 流 量		蒸 发 量		径流系数
			(mm)	(10 ⁸ m ³)	(mm)	(10 ⁸ m ³)	(mm)	(10 ⁸ m ³)	
外 流 流 域	太平洋	56.71	912	49 664	398	21 525	517	28 139	0.433
	印度洋	6.52	800	4 995	519	3 238	281	1 756	0.649
	北冰洋	0.53	360	183	212	108	148	75	0.589
	小计	63.76	896	54 842	407	24 872	489	29 970	0.454
内陆流域		36.24	197	6 853	33	1 131 *	164	5 722	0.165
全国合计		100.00	643	61 695	271	26 003	372	35 692	0.420

注：* 内陆流域的径流量是就特定断面而言,最后均应转化为蒸发量。

第二节 河流与流域

一、河流

地表水在重力作用下,沿着陆地表面上的线形凹地流动,依其大小可分为江、河、溪、沟等,其间并无精确分界,统称为河流。流动的水体和容水的河槽是构成河流的两个要素。降落到地表的水分,除了蒸发、下渗等损失以外,其余部分沿着河流到达海洋,因此河流是水文循环的一条主要路径。在地球上的各种水体中,河流的水面面积和水量最小,但与人类的关系最为密切,是水利工程及城市、机场防洪排水等工程主要研究的水体。

1. 河流的形成

降落在地面的雨水和融雪水,在重力的作用下从高处向低处流动,形成地面径流。最初,地面径流只是片流或分散的细沟流,但不久便渐渐集中到比较低一点的地方,冲刷出一条细长的小沟,久而久之,这种小沟逐渐扩大成小溪。由于重力作用,在顺流而下的过程中,水流一方面不断切割和冲刷河槽,另一方面又不断向两旁侵蚀,使河床扩大,最后使小溪逐渐发展为小河,有的甚至形成大江大河。

2. 水系

直接汇入海洋或内陆湖泊的河流称为河流的干流,汇入干流的河流称为河流的一级支流,汇入一级支流的河流称为二级支流,其余类推。由河流的干流及全部支流所构成的脉络相通的水流系统,称为水系或水系。

水系通常用干流的名称来称呼,如长江水系、黄河水系、珠江水系等。但在研究某一支流或某一地区的问题时,也可用支流的名称来称呼,如汉江水系、洞庭湖水系等。图 1-2 是黄河水系略图。

根据水系干支流分布形态,水系又可分为 4 种类型。水系分布如扇骨状的称为扇形水系;如羽状的称为羽形水系;几条支流并行排列,至河口附近才会合的称为平行水系;由以上 2~3 种形式混合排列时称为混合水系。