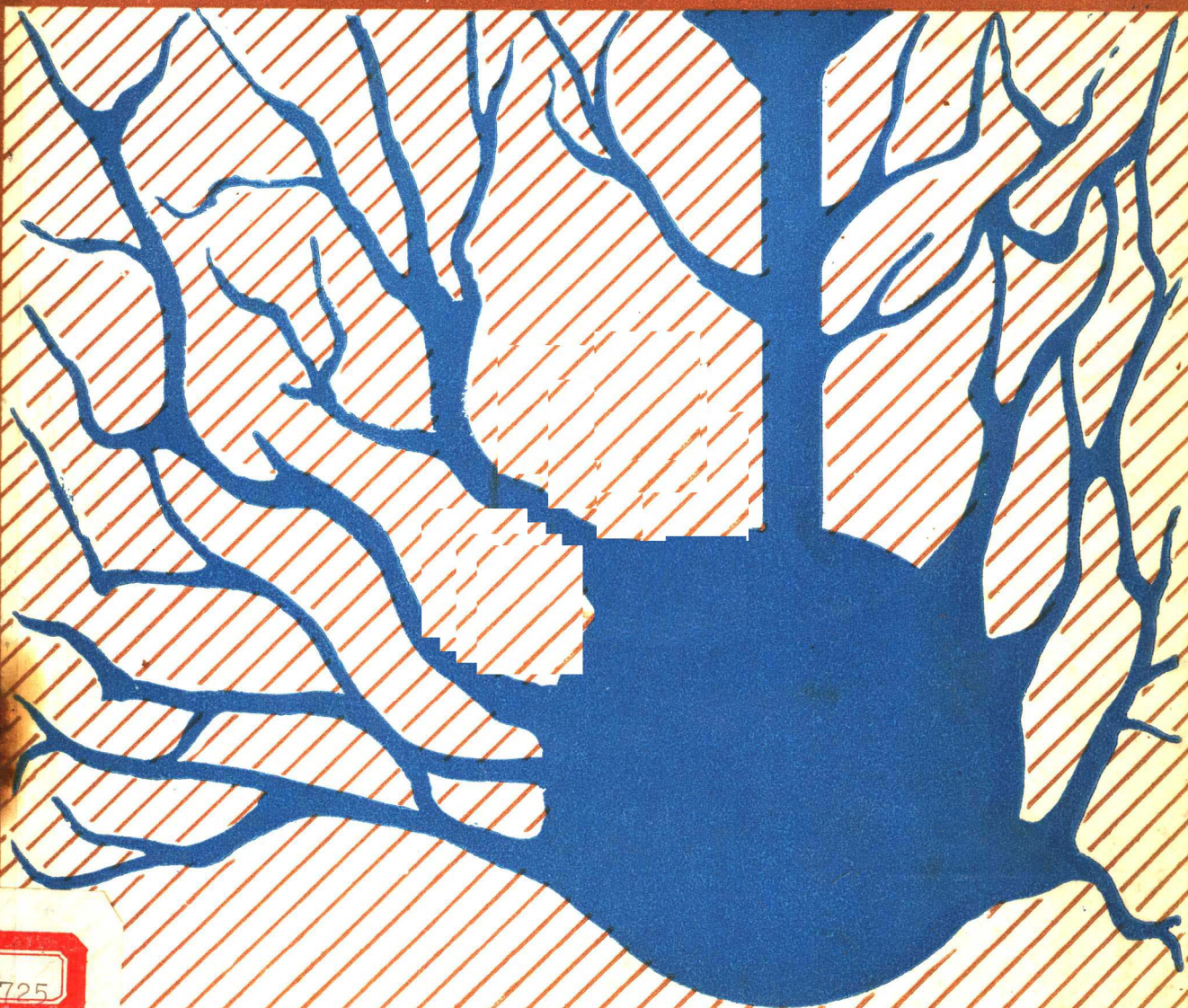


排水原理和应用

I

基础科目

国际土地开垦和改良研究所著



2725

农业出版社

排水原理和应用

I. 基础科目

国际土地开垦和改良研究所著

栗宗嵩 朱忠德译

(根据荷兰瓦赫宁根国际土地排水研究班讲义汇编)

农业出版社

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR
LAND RECLAMATION AND
IMPROVEMENT
DRAINAGE PRINCIPLES AND
APPLICATIONS
I. INTRODUCTORY SUBJECTS
1972

排水原理和应用

I. 基础科目

国际土地开垦和改良研究所著

栗宗嵩 朱忠德译

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 9.5 印张 200 千字
1980 年10月第1版 1980 年10月北京第1次印刷
印数 1—2,600 册

统一书号 16144·2222 定价 1.00 元

译 者 的 话

六十年代以来,国外农田灌溉排水的科学技术有了新进展。无论在理论和应用方面都提高到一个新水平。早年发展农田水利,或重视灌溉,忽视排水,或有灌溉无排水设施,割裂灌溉排水相互依存的内在联系,造成两者的失调,诱发出一系列不良后果。因此,不得不在发展灌溉科学技术的同时,回过头来大力发展排水理论和应用。排水科学技术的研究带动了土壤水动力学的发展。借助于计算新技术,把达西定律用于土壤非饱和水稳定流和非稳定流的研究成为可能,从而由地下水动力学中派生出土壤水动力学这一分支学科,也丰富了渗漏理论的内容。

我国的排水科学还很薄弱,土壤水动力学尚属空白,国外关于排水原理和应用的经验值得我们借鉴。为纠偏补缺,特翻译本书,供农田水利工作者参考。

本书原是国际土地开垦和改良研究所(荷兰)主办的国际土地排水研究班使用的讲义。自五十年代初开班以来,讲义几经修改至一九七二—一九七四年间编写定稿成书,共四卷三十八章。全书以论述土壤水为主,联系地下饱和水流及井流的动力学,论述其运动规律,相互转化的条件,调度调节的原理,为明沟排水和管道排水,以及井排提供理论基础和分析方法,内容较系统完整,是所见本类专著中较完善的一种。本书依据的资料主要为荷兰的成功经验,那里无重大的内涝问题,所以对排涝问题未作深入探讨。研究班为在较短时间内完成进修学业,故在模拟技术上只介绍了潜水模拟;饱和带地下水径流不是主要论述对象;对有限差和有限元方法及电子计算技术的应用也未作论述,读者可以从其他书籍中得以补救。

实践证明,在我国的北方和黄河中游地区,没有灌溉农业就难发展,但更重要的是只发展灌溉,如果没有排水,势必诱发土壤次生盐碱化,为害非浅。在多雨的南方低洼地区如果没有排水,往往形成内涝渍水,对农业也十分不利。在沼泽地区和海涂地区开垦土地,排水势必先行。因此,在我国大力加强排水科学技术的研究刻不容缓。突破对土壤水动力学的研究,解决对土壤水径流的调度调节技术问题,就有可能联合运用自然降水、地面水、地下水形成一个灌排结合的径流系统,使水—土—植物系统中的水得到合理的调度。也就有可能对地面水库、土壤水库、地下水库做到三水并治。我们认为这是我国治水改土科学技术研究的发展方向。这样,排水科学技术的提高,就不仅为完善灌溉排水系统的必不可少的一环,也是水资源合理开发与管理的必要步骤。

引 言

土地排水是用人工方法排除土壤中和土地表面的多余水量，其目的是使土地更适于人类的利用。在农业上，其目标是增加产量、稳定产量或减小生产费用——所有这些都是为了帮助农业企业获得最大的纯收益。从这一点来说，土地排水是一项古老的农业生产实践。

在荷兰，平原的土地大都位于海水位或河水位以下，排水是极为重要的。它的发生是从自然河槽中修建简单的水闸开始的，当海水位和河水位较低的时候，多余的水可通过它们自流排水，而至今已发展为平行排水管、集水排水道、干排和抽水站的复杂系统。在这一发展的同时，加深了对排水原理的理解，把它从以经验和技巧为基础的实践提炼成一门以水文、土壤和农业条件之间的复杂的内在联系为基础的科学。

在十九世纪，法国的水文学家达西和裘布依，首先推导了多孔介质中地下水流的基本方程式，并把它们应用竖井渗流计算中去。二十世纪初期，罗瑟把这些方程式应用于排水道的地下水渗流计算，推导了第一个排水公式。但是只有到了三十年代，霍赫浩特结合植物—土壤—水系统的研究，才在合理排水分析方面取得真正的进展。其后，世界各地的科学家们对合理分析的进一步提高作出了很大的贡献：英国的查尔兹、美国的唐南、卢沁和柯卡姆，以及荷兰的恩斯特和韦塞林。

但是当排水理论应用于实践中时，我们仍面临许多限制。这些限制是我们在自然界中所遇到土壤和作物方面的广泛变化的后果。我们面临诸如这样的问题：如何鉴定由许多不同土层组成、层理因地不同、厚薄因地而异的土壤剖面的特性，如何测定物理常数；如何阐述过多水量下的农业要求？

所有这些因素使得我们在处理土地排水时，要接受不可避免的不准确性。因此，克拉以德·豪斯顿在1961年的说法仍是有效的：“虽然近年来在探索排水的判断和研究工具方面取得了很大的进展，要设计一个成功的排水系统，在精通基本原理的同时，仍要运用良好的判断、当地经验和试探方法。”

在国际土地排水研究班中，努力争取尽可能完整地在3个月的时间内对土地合理排水的原理和应用有一全面的认识。

不同课程的三十余位讲授人，每年给研究班提供他们的专业知识和经验。即使如此，在有限的3个月的讲习时间内，对与排水的成功或有重大关系的各个方面不能进行充分的讨论，或甚至未能提到。经斟酌后，明确把重点放在农业水文方面，而有意识地压缩明渠水力学和工程方面的内容，这些应在手册中作出比农业方面详细得多的介绍。

这部四卷丛书介绍的内容，是以排水研究班准备的讲义为基础的。在许多情况下，一个科目是在举办研究班的十年期间，由一个以上的讲授人提出的。由于每一个讲授人都提

供了这一科目的知识，每一章都应认为是他们共同写作的成果。为此，在实际的作者外，每一章都列出了这些人的名单。

为了实用，决定不把所有内容出版成一厚册，而是合理地分成四卷。科目的组合使每一卷都可独立于其他几卷来参阅。

第Ⅰ卷介绍土地排水过程进行所在的作物—土壤—水系统的基本因素、物理定律和概念。

第Ⅱ卷介绍地下水和流域径流的排水理论和数学模型，并阐述防治盐碱化和防止积水的排水目标。

第Ⅲ卷讨论确定排水设计计算中要引用的作物—土壤—水系统参数的各种勘测和调查研究技术。

第Ⅳ卷论述排水系统的设计和工程尺寸、主要工程的一些形貌，以及运行和管理问题。

读者将会注意到，在这部丛书中，重点放在排水的基本原理上。虽然也适当地注意到了这些原理的应用，但是有可能提供适合所有不同条件的排水的现成解答。对原理的充分理解，读者应当根据他所处理问题的具体条件。

我们希望这部国际土地排水研究班的讲义，能适用于世界各地。不仅适用于我们过去的学员和将来准备参加研究班学习的人员，而且也适用于积极从事土地排水实践和理论实践的所有其他人员。由于这部丛书是汇编许多作者的讲义而成，自然会明显地带来许多缺陷，但是我们相信本书将证明是有用的。我们欢迎有利于改善本书再版的一切批评和建议。

编 者

序

国际土地开垦和改良研究所于 1956 年成立于瓦赫宁根,并委之以在其名称所及领域内收集和传播有关知识的任务。

在其成立的最初几年中,本所接待了从国外来的稳定地增长着的参观人员队伍。他们认为,对于农业水文方面的积水和多余水的排出过程,荷兰人具有丰富的经验,从而提出了大量有关问题。这就很快使我们理解到,指导和训练这些个别的来访者使我们研究所花去了大量的时间,而这一事实迫使我们考虑,我们怎样(除了出版计划以外)才能满足他们所表现出来的巨大兴趣。

这样就产生了组织土地排水研究班的想法,这样的研究班可以系统地传授土地排水专业学科及与之有关的基本知识。最初的计划是在 1960 年制订的。委任了由荷兰各学术机构联合产生的代表们组成的管理委员会,以监督科学和实践计划。教授 F. 海林哈博士任管理委员会的第一任主任。

为了处理与研究班有关的行政、财务和社会事务,得到了设在瓦赫宁根的国际农业中心的合作。于 1962 年举办了第一届“国际土地排水研究班”。采用的语言为英语;延续了三个月;参加人员来自 25 个国家。

最初认为是偶然性的事情(如果需要可以在将来的一定时间再办),后来不断得到好评,而这样的研究班就每年举办一次了。1971 年的第十届研究班参加的总人数增加到 281 人,他们来自 62 个不同的国家。

本研究所对于荷兰其他的研究机构经常给予的广泛合作表示感谢,它们提供了研究人员和其它专家来研究班与本研究所自己的讲授队伍一起讲课。

最初,给参加人员发了帮助听课的讲义。但是,研究班外的许多人员也希望获得这些讲义,然而我们不能答应他们提出的要求,我们感到,这些课文离开讲授来阅读,理解会是参差不齐的,是不容易吃透的。虽然多年来许多课文有了改进,但是编得还是粗糙。在权衡这一学科内容时逐步进行提炼(这是对我们学员的需要所作的尝试)和外界压力不断增长的情况下,为了使这些讲义可以得到较为广泛的利用,研究班的管理委员会重新编写了全部讲义,然后由研究所出版成单一的四卷丛书。这个任务是由本研究所工作人员组成的编辑委员会来完成的。编委会由下列人员组成:

P.J. 迪莱曼先生, 主席 (1969—1971 年)

J.G. 范阿尔芬先生 (1969)

G.P. 克律斯曼先生 (1969—1970 年)

R.J. 奥斯特班先生 (1970—1971 年)

S.J. 德拉德先生 (1970—1971年)

在 1971 年年中, 经过两年的艰苦工作以后, 由于这些成员一个接一个地派往其他国家, 委员会的工作就不幸中断了。1971 年下半年只有 J.H.M. 阿尔德尔斯一人在继续做整理手稿的出版工作。他临时接受的这一任务结束以后, 就组织了另一个工作组, 以完成原来编委会所拟提纲范围内应做的工作。这一工作组的成员是:

J. 凯斯勒先生, 组长

T. 贝克曼先生

M.G. 波斯先生

R.H. 梅塞梅克尔斯范德赫拉夫先生

N.A. 德里德先生

J. 斯特朗斯基先生

Ch.A.P. 塔凯斯先生

M.F.L. 维尔斯马洛歇夫人

在国际土地排水研究班举办时, 并且在作出出版这一套讲义的决定时担任着本研究所所长的我本人, 对于出版这一套丛书的第一卷, 是感到很满意的。在最近三年期间, 本研究所的大部分工作人员化费了大量时间和精力, 甚至空闲时间来完成这一工作。我要感谢有关的每一个人, 我指的不仅是作者们、讲授人和编委成员, 而且还包括出色地进行制图、版面布置和其他工作的人们。我热情地希望, 他们所作出的共同努力, 将确实地有助于世界各国因地制宜地进行土地排水。

阿加迪尔 (摩洛哥) 1972 年 5 月

J.M. 范斯塔维伦

国际土地开垦和改良研究所所长
(1956—1971年)

I 卷 主要目录

第一章 不同类型平原的水文地质	1
1.1 水文地质和排水	3
1.2 含水层的分类	3
1.3 河流冲积平原	5
1.4 海岸平原	10
1.5 湖积平原	12
1.6 冰积平原	13
1.7 黄土平原	15
1.8 溶岩地区的地下水状况	16
1.9 断层的影响	17
第二章 土壤和土壤性质	19
2.1 概论	22
2.2 土壤基本特征	27
2.3 无机土壤的物理性质	33
2.4 土壤水分	38
2.5 土壤空气	39
2.6 土壤温度	41
2.7 土壤肥力和生产能力	42
第三章 含盐土壤	45
3.1 成因和分布	47
3.2 盐分类型及其分布	47
3.3 含盐量对作物和土壤的影响	48
3.4 分类	49
3.5 开垦	51
第四章 作物生长与排水的关系	55
4.1 排水和农业	57
4.2 作物和土壤—水的关系	58
4.3 排水和土壤物理条件	61
4.4 排水和栽培制度	62
4.5 排水和养分供给	64

4.6	排水和盐碱化	66
4.7	排水和病虫害	67
4.8	地下水位和作物产量	68
第五章	土壤水分物理	75
5.1	土壤中水的存在	77
5.2	土壤中水的持留	77
5.3	力和势	80
5.4	土壤中水的输送	85
第六章	地下水力学基础	93
6.1	地下水和地下水位	96
6.2	物理性质、基本定律	96
6.3	达西定律	101
6.4	达西定律的某些应用	104
6.5	地下水流的基本方程式	107
6.6	二维水流的某些问题	115
6.7	边界条件	120
第七章	电模拟：导电片比拟	123
7.1	相似性	125
7.2	地下水流和电流之间的比拟	126
7.3	采用泰列德尔多斯纸的二维模拟	128
7.4	流线和等势线 边界条件	130
7.5	电模拟中边界条件的模拟	131
7.6	模拟的测试	133
7.7	实例：确定大坝中的自由水面	134
I 卷	采用的主要符号	137
I—IV 卷	章名称	140

第一章 不同类型平原的水文地质

作者 N. A. 德里德

国际土地开垦和改良研究所水文地质学家

土地排水研究班讲授人

N. A. 德里德 (1968年, 1970—1971年)

国际土地开垦和改良研究所

G. P. 克律斯曼 (1969年)

国际土地开垦和改良研究所

目的和范围

简要地叙述了不同类型平原的地貌及其成因和相应的地下水条件。

目 录

1.1 水文地质和排水	3
1.2 含水层的分类	3
1.3 河流冲积平原	5
1.3.1 河谷和泛滥平原	6
1.3.2 冲积扇	7
1.3.3 三角洲	9
1.4 海岸平原	10
1.5 湖积平原	12
1.6 冰积平原	13
1.7 黄土平原	15
1.8 溶岩地区的地下水状况	16
1.9 断层的影响	17
参考文献	18

1.1 水文地质和排水

一个地区的排水问题与其地貌及形成类型密切相关。有无透水性良好的土层、地下水流边和泉，以及地下水和地表水(淡水或咸水)之间的关系，将直接或间接地影响到根系层内或其附近的地下水状况。地貌(和气候)相似地区的地下水状况通常也是相近的。简化一点就可以说，一旦知道景观类型，也就知道这种景观的主要地下水状况。

目前的讨论将限于平坦地区，因为宜于在这类地区发展农业。平坦地区如果相当大的话，就被称为平原。它们可以由土地形成因素所造成：如波浪、流水、冰和风等。每一种因素以典型的地貌特点和典型的内部沉积结构作为它的标记，造成不同的典型地下水状况。

这种典型特点、结构和地下水状况将另评于后，这里首先根据含水层的透水特征，对其进行分类。

1.2 含水层的分类

本章列举的各种平原都指由形成水平层的或结构简单的、层次明显或不明显的非固结或弱固结的沉积物所构成。这些地层的共同特点是，相对于它们的水平延伸范围来说都是较薄的。

根据水文地质上的要求，它们分类为：透水的；半透水的；不透水的。

如果土层透水性良好，或至少与覆盖或下伏地层相比较为良好，就被称为是透水的。在这一层中对垂直水流的阻力是很小的，一般可以忽略不计，因此只需要考虑水平向水流所引起的能量损失。

如果土层透水性相对地较差，就被称为是半透水的。在很大距离范围内的水平流量可忽略不计，但是垂直水流却不能忽略，因为对于这一水流，由于土层的厚度相对地较小，水力阻力是很小的。因此半透水层中的水流认为主要是垂向的。

如果土层透水性很差，只有微不足道的水量可通过(不管是水平向的还是垂直向的)，就被认为是不透水的。完全不透水的土层在地表是很少有的，但在深度很大的部位，由于压实、胶结和其他固结过程的影响而经常出现。上述分类是比较而言的，但是还必须考虑流态的尺度。某一土层在短距离内水平的浅层水流问题中认为是不透水的，而在下伏透水层中长距离的深层水平水流中，就构成复杂的半透水层的一部分。

含地下水的土层构成含水层系统。对于地下水流问题的数学处理，含水层系统应该相对地简单，并列入下列类型之一(图1.1)：非承压的；承压的；半承压的。

非承压含水层，也称为自由水或潜水含水层，由透水层的饱和部分构成，它覆盖在不

透水层上 (图1.1C)。上部边界由自由水面 (潜水面) 形成。非承压含水层中的水被称为非承压水或潜水。

承压含水层由完全饱和的透水层构成, 其上下边界均为不透水层 (图1.1A)。由于靠近地表很少有完全不透水的土层, 在排水问题中很少有承压含水层。这类含水层的竖井, 其水面位于透水层的顶部以上。承压含水层中的水被称为承压水。

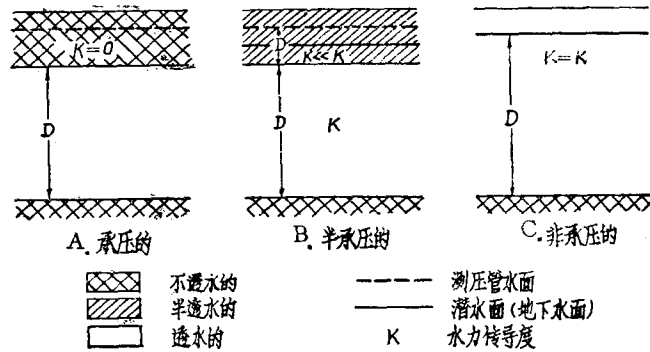


图 1.1 含水层类型

半承压含水层 (或漏含水层) 由完全饱和的透水层构成 (图 1.1B)。在覆盖层中存在着与透水层中承压水测压管水头高度常常不同的地下水面 (I 卷第六章)。由于这种水头差, 将有抬高或降低地下水位的垂直水流分量。例如后者在含水层中抽水时发生。在半承压含水层中的水被称为半承压水。

自流水这一术语是有语病的。最初它被用于含水层中测压管水位高出地面以上的水。因此, 这种含水层的竖井是自由流水的 (图1.2)。在文献中, 可以发现这一术语被用于任何承压或半承压含水层, 而不考虑测压管水头的高程是否高出潜水位。

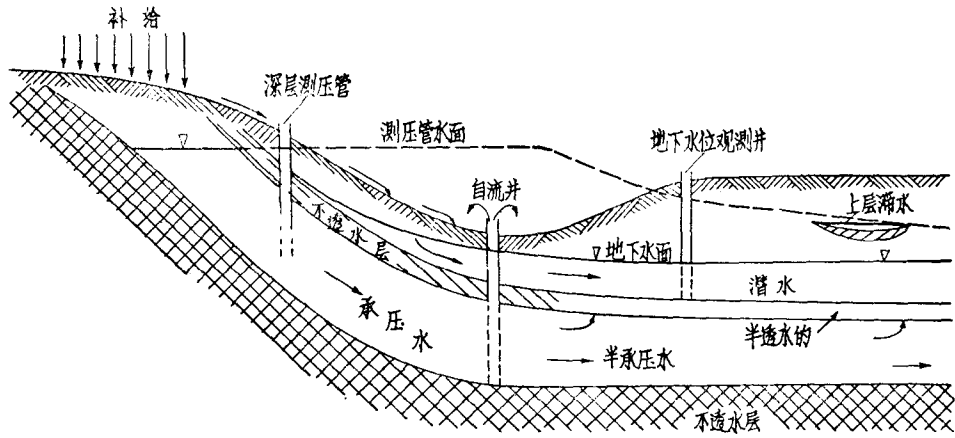


图 1.2 含水层系的横断面

由于按定义承压含水层不透水, 这类含水层在排水问题中是不重要的。因此, 在本章和下列几章中, 除非加以说明, 所考虑的含水层都是非承压和半承压的。

1.3 河流冲积平原

河流是泥沙输移和沉积的主要因素。当河流的能量随流量增大而增大时，水就冲刷和扩大河槽，并带走增加的砂量，直至含砂量与河流的输砂能力相平衡为止。当河流的能量减小时，有的含砂下降，河床就变浅些。河流因要求最大输移能量的那些颗粒的沉降而减小含砂量，因抬起要求最小输移能量的那些颗粒而增大含砂量。这样，由于河流输移能力的变化，所含颗粒按重量和大小而被分选。因此河流沉积物一般表现出分选良好的沉积层次。

在基流情况下，即当河流仅由地下水流量补给时，河流的能量最低，而当河流由于大量地表径流(洪峰流量)而涨水时为最大。不过，能量不仅与水量有关，还与河流的坡度有关。河流具有凹形纵断面，即坡度从河源向河口逐渐下降(图1.3)。

显然，当河流进入大体积的静水体(海、湖泊)时，其能量很快减小至零。所以，河流在海平面以下不可能造成任何明显的冲刷。因而在邻近河口处，河流的纵剖面与海平面相切。因此河口海平面就是最终基准水位，简称基准水位。湖泊和其他上游静水体的水位形成局部基准水位。当湖泊被淤满或以其他方式消失时，它们就不再存在。

在平衡情况下，河流的纵断面形成光滑的曲线(图1.3)。曲线的坡度向着海洋方向逐渐减小，并逐渐达到低能量的状况，这时地面高程低，坡度平缓，河流的含砂量降低。但是，从长时期内观测选定的海平面水位，由于象气候变化(例如冰川现象)或海底的构造运动这类自然原因，并不是保持稳定的。这类情况对河流的冲刷和沉积过程有很大的影响(图1.4)。

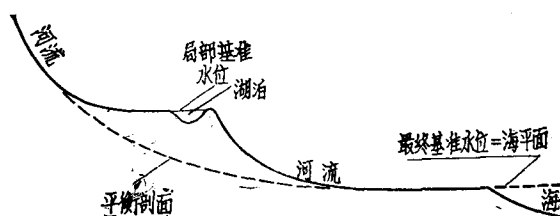


图 1.3 河流的纵断面

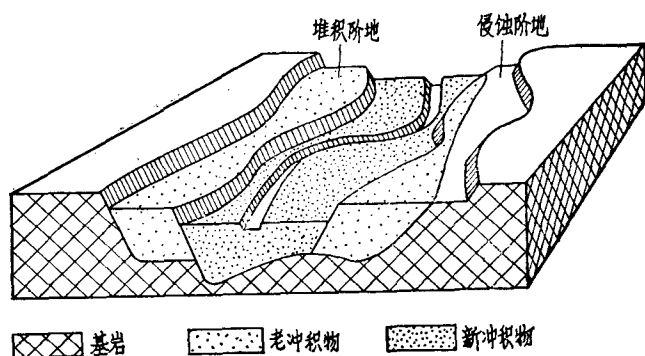


图 1.4 堆积河谷平原

沿着河流，从山上的河源下降至河口，可见到下列地形：河谷和泛滥平原；冲积扇；三角洲。

它们将在下面分别加以论述。

1.3.1 河谷和泛滥平原

在山区，河谷很窄，断面呈V字形。河流占据整个谷底，对大规模的农业活动没有利用的余地。河流仍处于下切阶段。在中游和下游，河流的纵断面已获得接近平衡的形式，冲刷形态从垂直向转为水平向，并可能形成宽阔的河谷。根据水文特性，河流可区分为蜿蜒河流和网状河流(图1.5)。

蜿蜒河流 当河流的基流和洪峰流量之间的差别不太大和河床接近于其平衡剖面时，河流将形成蛇曲形，由大量弯道构成，它们被称为河曲。弯道的外侧，形成河岸滩。结果是：河曲缓慢地向外和向下游移动，发展成平坦的谷底。

在洪峰时期，水将溢出河岸，并淹没整个谷底，就称之为泛滥平原。当出现这种情况时，流速和紊动很快地降低。悬移质中的最粗颗粒部分(砾石和砂)紧靠河槽而沉积，形成自然堤。较细的颗粒在离开河流更远处停留下来，粘粒则沉积在背河洼地的浅洼地中。在河谷的发展史上，新河槽作有规律的发育。遗弃的河床(牛轭湖)逐渐淤满，连同堤岸形成河埂。由于这些埂是隆起的，且通常含有砂质材料，排水状况是良好的。较低的盆地则由透水不良的粘土构成。作为其后果，就形成很容易产生泥炭的沼泽。因此，泛滥平原的沉积物表现为延伸的、相对地较厚而很不均质的、主要是细颗粒的沉积物，具有泥炭夹层和埋藏古河道沉积物(图1.6A)。

网状河流 如果基流和洪峰流量之间的差别较大，且洪峰期河流挟带的是粗颗粒物质，就不会形成河曲。例如在更新世冰川的末期，当大量的残积物被后退的冰河和冰块融水带走时，就产生这种情况。同样的情况发生在半干旱气候的地区，这里河流的流量变化很大。洪水时，河流将沿着大致平行线冲刷河谷的岸壁，而在洪水消退时，粗颗粒的推移质将以砂洲和岛的形式遗留下来，迫使河流分割成许多较小的河槽。这种河流称之为网状河流。河槽常常发生迁徙，其结果是沉积物呈现明显的有冲有填的结构。由于每次洪水输移

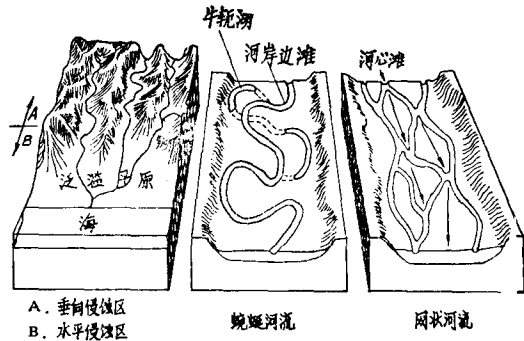


图 1.5 河流类型

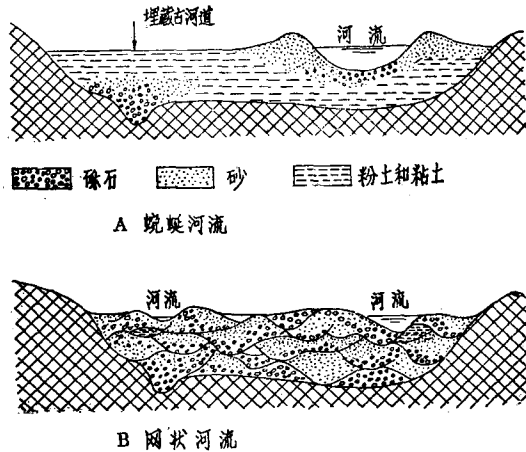


图 1.6 河谷的横断面

能力不同，沉积物作为整体是非均质的，但主要是粗颗粒（图1.6B）。因此，网状河流的沉积物一般表现为优质的含水层。

地下水状况 由于更新世末期发生气候变化，许多幼年期的泛滥平原下伏有网状河流类型的沉积物。相应地，这类平原的河流沉积物常常表现出物质由下向上从粗至细的分布。由蜿蜒河流沉积成的上部细颗粒泥砂常常形成透水不良的地层，封闭下面透水的网状河流沉积物中的水体（半承压含水层）。后者常与河流有水力联系，河流的最低水位通常在粗颗粒层的顶面以上。因此这些地层中的水是承压的。在湿润地区，地下水位通常较浅，相应于平均河水位。

在河流高水位期，下伏含水层的测压管水位（I卷第六章）将超过地下水面，并将有从砂砾石层进入覆盖粘土沉积物的向上地下水水流（图1.7A）。这种向上水流造成较高的地下水位，从而使背河洼地和泛滥平原上的其他局部洼地形成地下积水。在大蜿蜒河流，如莱茵河、波河、多瑙河以及其他许多河流的沿岸，在年内大部分时期，可以清楚地看到这类渗水现象。

在河流低水位期时，测压管水位将降落至地下水面以下，将发生从半透水层通过下伏粗颗粒层流向河流的自然排水水流（图1.7B）。无论如何，这种自然排水通常不足以处理渗水和降水形成的多余水分的。

在干旱地区，地下水位有时较深。但是，河流的损失水量（入流渗水量，II卷第十章）可以形成地下水隆起（III卷第二十一章）。当地下水位的上升接近地表时，可出现盐碱化，这就需要冲洗和排水。

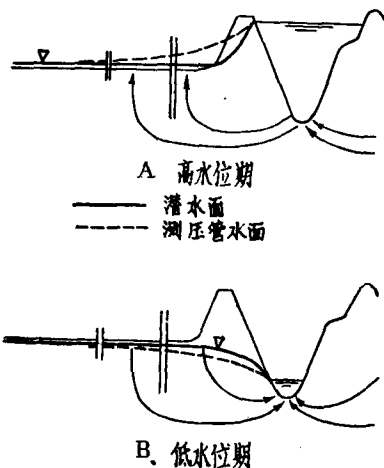


图 1.7 河流对泛滥平原地下水状况的影响

1.3.2 冲积扇

由山区到地形较平地形的转变，有时是渐变的；有时是突变的：例如为断层所形成时。在这种特变情况下，河流的输移能力由于它在山麓处的平原上分叉成许多河槽而突然减少。这样形成的冲积沉积物主要呈扇形集中在山麓处（图1.8）。

沉积物的分选相对地较差，但趋势是最粗的物质（经常可到达漂石的尺寸）靠近冲积扇的顶部，而粉土和粘土沉积在扇缘。在较大流量的河槽中，则粗颗粒的物质可被挟带到下游很远处。冲积扇的半径可达 50 公里。扇面的倾角很少超过 10° ，许多冲积扇的倾角小于 5° 或 6° 。

冲积扇发生在地形变化明显的地区，在中等干旱和半干旱情况下，它们的发生最为明显。这种气候状况的特征是历时不定而鲜明的暴雨。冲积扇也发生在湿润状况下：例如沿着阿尔卑斯山和喜马拉雅山。较干旱地区的冲积扇平坦，这是因为水量丰富有利于形成较