

排水原理和应用



勘测和调查研究

国际土地开垦和改良研究所著



农业出版社

排水原理和应用

III. 勘测和调查研究

国际土地开垦和改良研究所著

朱忠德译 栗宗嵩校

(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
III. SURVEYS AND INVESTIGATIONS
1974

排水原理和应用

Ⅲ. 勘测和调查研究

国际土地开垦和改良研究所著

朱忠德译 栗宗嵩校

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 15 印张 334 千字
1983 年 7 月第 1 版 1983 年 7 月北京第 1 次印刷
印数 1—2,900 册

统一书号 16144·2650 定价 1.90 元

296341

序

自1962年以来，国际土地开垦和改良研究所每年在荷兰瓦赫宁根举办国际土地排水研究班。1969年，研究班的管理委员会决定重编全部讲义，并由研究所以简装的四卷丛书出版。关心这项决定的原委，详见1972年出版的第Ⅰ卷的引言和序。1973年出版了第Ⅱ卷。这两卷的内容包括基础科目和田间排水与流域径流的理论。

本书为该丛刊的第Ⅲ卷，它所介绍的是在人为的田间排水系统进行规划设计以前所必需的勘测和研究工作。

在有关勘测及其程序的引言式的一章以后，第十八章介绍了目前所应用的降雨资料分析方法，而第十九章则叙述确定蒸散量的方法。

一般来说，通常的土壤调查不能给排水设计提供合适的真实依据。通常需要进行一种补充的或专门的调查，以确定入渗和渗漏率、土壤中的储水量，以及土层中的地下水运动等水文土壤特性。这些问题在第二十章中作了说明第二十一章阐明了以排水为目的的地下水测定的基本要素。在第二十二章中所介绍对地下水平衡的估价，可看作是确定排水问题真实根源的方法。

确定土壤的物理和水文性质（土壤水分张力、土壤含水量、水力传导度、土层透水系、阻水层的水力阻力，以及有效孔隙率），对于几乎所有的土地排水研究都是重要问题。确定这些特征值的田间和实验室方法，在其余的第二十三章至二十六章中加以讨论。

虽然每一卷可以独立使用，但为了避免重复，常常在其他卷中注明参照和出处。四卷是相互补充的，我们希望它们将为从事排水工程的人们提供有用的所有不同论题。

本卷的多数章节都曾经经过编辑上的改写，有几章甚至全部进行了修改或重写，这是因为其他讲授人已接受了这一题目（第十九章），或者题目的内容应予更新（第二十章）。

参加编辑第Ⅲ卷的工作组成员有：N. A. 德里德主编。参与编辑和其他工作的有：Ch. A. P. 塔凯斯 C. L. 范索梅伦 M. G. 波斯 R. H. 梅塞梅克斯范德赫拉夫 A. H. J. 勃凯尔斯 J. 斯特朗斯基 M. F. L. 维尔斯马罗歇夫人 T. 贝克曼。

我感谢每一位参加者（工作组成员、作者、讲授人，以及制图员们），由于他们的共同努力而得到了这一成果。这一卷也许具有与以前各卷同样的价值。

瓦赫宁根

1974年3月

F. E. 舒尔策

国际土地开垦和改良研究所所长

Ⅱ 卷 主 要 目 录

第十七章	勘测及其程序	1
17.1	工程勘测的目的和阶段划分.....	3
17.2	主要研究阶段.....	4
第十八章	降雨资料分析	9
18.1	引言.....	11
18.2	降雨量频率分析和重现的预测.....	13
18.3	降雨量的历时—频率分析.....	19
18.4	降雨量的深度—面积分析.....	22
18.5	测量和观测.....	24
18.6	重现预测的可靠性.....	26
18.7	分布处置和置信带的实例.....	27
第十九章	确定蒸散量	37
19.1	引言.....	39
19.2	以能量因素为基础计算可能蒸散量.....	40
19.3	按经验关系式计算可能蒸散量.....	44
19.4	测定蒸发量和蒸散量.....	45
19.5	干燥土壤蒸散量的调整.....	48
19.6	蒸散量的面上变化和重现频率.....	51
19.7	计算可能蒸散率的实例.....	52
第二十章	水文土壤调查	81
20.1	引言.....	83
20.2	需要的土壤资料和土壤图.....	83
20.3	水文土壤调查和研究分析.....	86
20.4	结束语.....	103
第二十一章	地下水测定	107
21.1	地下水资料的收集.....	109
21.2	整理地下水资料.....	121
21.3	地下水资料的评价.....	124
第二十二章	地下水平衡估算	133
22.1	引言.....	135
22.2	地下水平衡方程式.....	137
22.3	地下水平衡方程式的解.....	143

22.4 实例	147
第二十三章 土壤水分测定	151
23.1 土壤水分吸持	153
23.2 得出土壤持水曲线	159
23.3 测定土壤水分状况	165
第二十四章 确定土壤水力传导度	171
24.1 引言	173
24.2 相关法	174
24.3 实验室方法	178
24.4 野外方法	181
第二十五章 由抽水试验取得含水层特征值	197
25.1 一般情况	199
25.2 进行抽水试验	203
25.3 资料整理	206
25.4 水力特征值的计算	207
25.5 最后的评论	215
第二十六章 从田间排水试验取得土壤水文参数	217
26.1 野外试验的对象	219
26.2 目前讨论的范围	219
26.3 选择试验地点	219
26.4 试验单元的大小	219
26.5 单个试验地块的尺寸	220
26.6 地块布置	220
26.7 观测点网	220
26.8 测试设备	221
26.9 观测频度	222
26.10 资料整理和分析	222

第十七章 勘测及其程序

作者 J. M. 范斯塔维伦

摩洛哥粮食和农业组织常驻工程师

土地排水研究班讲授人

J. M. 范斯塔维伦 (1962—1970年)

瓦赫宁根国际土地开垦和改良研究所

A. 弗朗克 (1971—1973年)

瓦赫宁根农业大学

目的和范围

对工程勘测的阶段划分，特别是针对排水，提出了一些意见。

目 录

17.1 工程勘测的目的和阶段划分.....	3
17.2 主要研究阶段.....	4
17.2.1 踏勘.....	4
17.2.2 粗测.....	6
17.2.3 详测.....	7
附录.....	7
参考文献.....	8

17.1 工程勘测的目的和阶段划分

为了达到工程目标,排水是唯一措施的情况是少有的。即使在中等湿润地区,土地改良和开垦工程通常指的是包括水利管理、基础处理、土地整理、农业开垦面积扩大等一系列综合措施。在干旱地区,重点将是灌溉供水,排水系统虽然在很多情况下是这类工程的重要和不可缺少的部分,但从整体来说是派生项目。各地可以看到有很多的工程设施地区,要用不同程度的综合措施。

也可以发生这样的情况,区域内原来的问题是季节性渍水,由于采用竖井抽水灌溉,地下水位显著降低,最后可以不考虑排水措施。

这些少数实例表明,在土地开发规划中,排水工程具有不同程度的重要性,但很少形成独自の排水工程。因此谈到“排水工程”本身,就具有局限的意义。

考虑排水工程所需要的许多资料,与土地开发工程所需要的是相同的,都要求有地质、地形和土壤图、气候和农业资料等等。但是,进行排水时需包括专门的研究和勘测。例如它要求专门分析气候资料和地下水平衡;它要求有土壤水力传导度和水分特征值的详细资料;而且它要预先假设实际采用可能的不同排水系统。本书各卷的其他章节详细讨论到这些问题;本章的目的仅是介绍有关所需勘测的某些组织原则。

为了最后回答某工程建议在技术上是否可行、在经济上是否合理,通常需要有不断深入的研究程序。其每一阶段包含一系列相继的行动:收集资料、分析资料、提出和设计一个或几个方案,并作出评价。

作为一般规则,建议进行三阶段的研究:处于踏勘水平;处于粗测水平;处于详测水平。

这样一种做法可以防止后来才看出来的时间、精力和研究费用上的浪费。整个这一研究程序应从明确所要达到的目标开始,注意到国家的发展目标和近期的重点;这应构成处于踏勘水平的研究大纲的基础。如果第一阶段的成果是顺利的,应该接着提出下一研究阶段或最后作为执行的大纲。每一阶段的大纲应规定所涉及的时间、人力、设备和费用。如果任一方面的结论由于不可克服的技术上或经济上的问题而是否定的话,研究工作就该终止。

所建议的阶段划分,对于每一具体情况,根据工程区域特点和范围的不同,可以略有不同。在大面积地区和工程比较复杂的情况下,可能需要较多的阶段,以便多听取有关单位的意见;在确定整体总规划后,地区可划分为较小的单位,分别进行研究,并以一定先后次序来进行。这一程序也是对有关部门的投资分配和工作的连续部署的一种表达。

反之,在面上有许多可用资料的区域,或对特定改良措施有较多经验的地区,三阶段

可以减少为两阶段，或在地区较小的情况下，甚至只有一个阶段。

这些类型的研究费用不可忽视的事实，强调了分阶段研究的益处；对于相对地不太小的工程地区，更要求如此，以保持合理的单位面积研究费用率。对于复杂的工程，需要邀集一支不同专业的专家队伍时，特别是如果他们来自国外，这是特别重要的。从这一观点出发，10000公顷的面积可认为是相当小的面积。作为粗线条的规定，土地开发研究费用的大小范围可在实际工程费用的百分之5—10内；这一比率包括三个阶段的研究在一起，但不包括施工的监理费和有关政府机构的正常管理费用。如果吸收国外贷款来兴建工程（例如从世界银行借款），要有一个起码的最小工程面积的论证也是正确的，因为对于一个小面积，指导和重点试验的费用相对地是很高的。

17.2 主要研究阶段

在不要求完整无缺的情况下，下列各节将努力阐明各建议研究阶段的目的和作用特性，对排水方面的特加注意。

17.2.1 踏 勘

踏勘的主要目标是辨明所建议工程是否切实可行，首先在技术方面，但也考虑到经济方面。这一勘测工作应回答下列问题：

可以考虑改良的面积是哪一片或哪些？改变现状的拟议可能产生什么利弊？有哪些可能的不同改良方案？对于不同方案的解决办法，需要采取什么技术和组织措施？每种方案下的投资和收益的比例大体上将如何？

在大多数情况下，只有部分利弊可用金钱来表示。常常有一些重要的不可衡量的因素也应加以考虑，例如：提供新就业的可能性、改善地区交通或发展较短的运输路线，建立或破坏引人入胜的风景、旅游设施或文化价值；以及通过消除疾病繁殖根源来改良公共卫生（如通过垦殖沼泽地消除疟疾和血吸虫），等等。因此，在这一阶段，投资和收益的比例仅是决定或反对转入第二研究阶段：粗测，所要考虑的因素之一。

踏勘阶段的研究的主要依据是现有资料，也包括一些有限的野外工作。所考虑地区的有关文件应从曾对该地区工作过的所有机构去收集。最欢迎早期的研究材料，应从目前的观点来进行分析和作出新的评价。其他应用的资料有：

——航测照相。

——各类地图：地质图、地形图（比例尺最好不小于1/25,000或1/50,000）、地面高程图、交通图、土地利用和所有权图，等等。

——现有的土壤、地表水、地下水、气候、作物、作物产量等资料。

地图应有包括研究地区在内的整个流域图。这些资料将作为水情研究和水量平衡计算的基础。如果地区仅包括流域的一小部分，其资料也应足可据以推算与流域其他部位的水

文相关或其他可能的联系。

这一阶段的野外工作主要是使研究人员通过调查或附带观测熟悉一般情况和收集某些补充资料。

首先要做的一件事是划定要改良地区的四界。在大面积情况下，可划出改良分区，并确定进一步研究的程序安排。

针对排水的特点，踏勘应确定产生多余水量的程度，找到这种余水的各种成因，并试估其来水量、频率和历时。在这方面，通过例如向当地居民调查，绘出一系列年份中曾经发生过的淹没地区的范围是有用的。这些资料很可能把它和降水量或附近河流的水位和流量资料联系起来。对洪水淹没，防洪或沿岸筑堤可能较排水系统更重要，虽然这些措施都是相互补充的。

联系地下水埋深与降水和附近地表水水位的任何表征都将是无价的。如果没有系统的地下水位观测资料可用，直接向当地用井水的居民调查，常会提供有用的资料。

对于低下地和天然洼地，排水的障碍可能在天然“出水口”的位置和条件上。这一点需要特别注意。对于内陆地区自流排水的解决办法，有时可在河床内爆破底槛，或修建隧洞将水引至附近更低的出水口。

对于海岸低地，可以使用防潮闸，利用潮汐作用的有利一面，在低潮时把水泄出，而当外水位升高时，就自动关闸。

在自流出水口不好的情况下，撇开自然排水口而另设提排站或许是一种可能的方案；这对工程是带决定性意义的，对这样的解决办法，应该在踏勘时谨慎地加以研究，不仅应对水泵的设置，而且也要对运转费用给予考虑，后者将要求估算每年提排水量和每天的最大值、提水高度、能量和人员的开支等等。对应于所拟用的种植计划的水量控制系统的标准及其管理，应在考虑到土壤条件情况下予以制定，然后据以提出一个或几个工程设计。在这一阶段也应适当地注意水位、水质、流量上可能的限制条件，否则这可能会使方案的选择受到限制或要求特殊的规定。一些实例为：

——已成工区和道路系统可能要求加深排水；相反，木质基础可能需较浅的地下水位，以防腐烂。

——如果城市地区的污废水泄入地表水流，或许要有保卫公众健康、渔业、野生动物和旅游业的利益的设施。

——在所考虑地区用排水来降低地下水位，可能会反过来影响到邻接区的水文环境。

——地区的某些部分可以处在不同的行政单位或不同的水利区域内，因此不受同一规定所约束。

踏勘研究应切实地收集现有水情的水文资料，因为这将对将来的治水提供基础。

水文资料由于其自然变化通常以每个时间单位的概率来表示，因此应包括一个相当长的时期的才有价值；10年可认为是严格的最小值，但主要仍看其相对变化和使用目的而定。在现有的气候资料和其他欠缺的资料之间可以找出相互关系；例如降水量与流量之间或温度和蒸发量之间。用这一方法可获得估量的较大范围内的资料。但是，如果没有足够

可靠的资料可用以计算水量平衡的各组成部分，就应该立即制订适当的观测大纲。

同样需要预先论证所拟种植计划在设想的水利管理条件下的效益。如果没有当地经验可用，且不可能与附近区域相比较，就该认真地考虑为此而设置试验场地。当然，这种场地试验在踏勘阶段是不可能完成的。因此，只有有其他地区的足够的事实证明计划在技术上是可行的，才认真地考虑进行这种试验。连续多年的试验对于研究作物在控制条件下的反应，会有不可估价的帮助。如果这种试验场长期使用，还有一个附带的益处：为给当地农民作示范和宣教中心提供了前提条件。试验场地的范围和数量的选定，应与工程面积的大小和要研究的问题的种类成正比；有时值得包括对不同类型的田间排水系统的试验。

踏勘阶段的研究应提出总结所有现有认识和解决该问题的不同方案的报告。报告应附有该地区的边界图和布局草图，包括水利管理系统的主要成分的大致部位。

在这一阶段为初步评价所必需的投资和产量数字，可取自其他地区的经验（以面积或长度单位来表示），如果可能的话，也参照本地的主要的地方条件。报告中最重要项目是建议下一阶段做些什么；如果有一个或几个认为是可行的方案的话，应指出是否需要踏勘阶段作补充研究，以及（或）在粗测阶段需要什么样的勘测和研究项目。

17.2.2 粗 测

这一研究包含把踏勘研究中所提各比较方案提高到粗测水平所必需做的补充活动（也被称为“初步规划”）。这一阶段和前一阶段之间的主要差别在于需要作更深入的工作，为此必须进行野外勘测（在踏勘报告中确定的）。

需收集的资料应足够详细，到能作出该项工程的设计，投资能估算至10%的精度。在本阶段中，投资和收益以工程计算数量和调查的当地物价为基础进行估计。

这一阶段所需要的地形图和土壤图通常采用1/25000或1/10000的比例尺；最大等高线间隔为0.25米。对设计的渠道、沟和建筑物所在地点，应进行必要的长度上和横断面上的详细水平测量，并应补充设计所需要的所有进一步的测量。一个示范性的勘测大纲，见美国工程手册第十六节〔3〕。

粗测研究与通常称之为“可行性研究”的水平相当。由国际建设和开发银行（IBRD）及有关团体引用的这一术语，目前已广泛地用于向该银行提出贷款要求的工程研究中。该银行对各类工程编制了指导条例。其中有灌溉和排水工程的。为了说明它们用以判断工程方案现实性的方法，该文件的引言附在本章中。对于关心比较详细的粗测研究报告的读者，目前不可能再给出比粮农组织和国际建设和开发银行所编制的上述条例更好的参考资料〔1〕。

根据粗测研究结果，主管部门应最后从规划中选定一个并做出付诸实施的决定。但是这里再次应该指出，在作出最后决定时，不能撇开对该项工程利弊的权衡。

17.2.3 详 测

所研究地区的最好规划在粗测总结中选出。如果决定予以实施，余下要做的事是最后复审和特别要精心设计（通过计算和制图）建筑物的细部结构（桥梁、涵洞、提水站等），以完成“定案的设计”。

这一阶段施工费用的估算与处于粗测水平所作估算不会有很大的不同。

所需要地图的比例尺为 1/10000 至 1/2500；建筑物甚至要求更大的比例尺。

最后一步是完成并提出详细说明。

附 录

引 言*

就各种类型的工程而言，灌溉和排水工程可行性研究的目标是指出，该工程：符合国家的开发目标和迫切需要；在技术上是可靠的，并在现有技术和其他限制下，是可行方案中最好的；在管理上是可做到的；在经济上和财政上是可行的。

在本文件的含义中，可行性研究就是对世界银行团体所可能提出有关上述各点的问题作出全面答复的完整文件。

在制定（设计）一工程时，要在投资最小（但不有损于安全），收益最大方面作出不懈的努力，并在尽可能快的时间内投产利用。后者通常需要很快改变工程地区的耕作制度。从这些考虑产生灌溉工程可行性研究的主要项目：

——全面研究自然资源基础，特别是该工程地区的土壤、气候和水源，以保证所提出的作物组成和预测产量可以在定规的时期内维持下来，以确定工程的规模。

——全面核查工程中可能被牵涉及的人们，以保证提出的开发计划符合于他们的利益和能力。

——全面研究为该地区服务和排水的各个工程方案，以及其阶段的划分，以确保选定的是最经济而安全的解决办法。

——做出工程的适当的初步设计和施工程序，包括项目工程和田间配套工程，证明它们的合理性并估算它们的投资及其分期用款计划。

——在自然和人力资源、目前的土地利用、市场设想和价格的基础上，确定和安排农业类型（农场企业的大小和类型、作物及其产量）。

——确定为达到农业计划所必需的各种措施和投资及其分期安排。

——确定按预定时间表建设和运用该工程所需的管理和组织措施。

* 在编者的同意下，引言抄自：FAO/IBRD Cooperative Programme, Guidelines for the preparation of feasibility studies for irrigation and drainage projects. Rome, December 1970. Rotaprint. 25pp.

——确定国家的经济收益、农民的资金收入、管理机构的财政成果，以及收益者对工程费用的偿付。

必须强调，主要项目的研究不是割裂的单项行动。每一项的完成及其合并成整体，都是在横向交叉考虑其他的中间成果中逐步取得接近的过程。

没有两个工程是完全相同的。例如在诱人的营商农民利用地下水和喷灌大量生产蔬菜的工程和耕作农民采用简单的引河水地面灌溉水稻的工程之间，明显地存在着很大的不同。这些工程不仅外形上有所不同，而且在非外形的方面（组织、市场、信贷需要、扩展的努力等等）也有不同。因此，任何一般规定，即如本文件所提出这些，必须灵活地运用并根据所考虑的特定工程做出调整。条例是根据主要工程为公共团体修建和所有的设想来编制的。在地下水工程情况下，主要工程（竖井和装备）可能是，而且的确常常是私人所有，并通过信贷兴办的。对于这类工程，即将出版的农业信贷工程条例应广泛采用，以代替本条例。

本条例不拟处理多目标工程情况下投资的分担的特殊问题（例如，除灌溉外，水库还用于防洪和发电时）。

在经济分析章节中假定灌溉投资作为这类工程的共同费用来处理，但是认识到这种性质的投资分担其本身可能需要作出大量的分析努力。

参 考 文 献

1. FAO/IBRD Cooperative Programme. Guideline for the preparation of feasibility studies for irrigation and drainage projects. Rome. December 1970. Rotaprint. 25 pp.
2. LINSLEY, R. K., FRANZINI, J. B. 1964. Water Resources Engineering. McGraw-Hill Book Co., New York. 654 pp. (especially chapter 21, Planning for Water Resources Development).
3. National Engineering Handbook. Section 16. Drainage of Agricultural Land, Chapter 2: Drainage Investigations. US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service. May 1971.

第十八章 降雨资料分析

作者 J. 凯斯勒

瓦赫宁根国际土地开垦和改良研究所水土管理专家

S. J. 德拉德

德比尔特土地开发和开垦有限公司农田排水工程师

土地排水研究班讲授人

F. 海林哈 (1962—1964年)

瓦赫宁根农业大学

J. 凯斯勒 (1965—1967年)

瓦赫宁根国际土地开垦和改良研究所

S. J. 德拉德 (1968, 1969, 1971年)

德比尔特土地开发和开垦有限公司

R. J. 奥斯特尔班 (1970年)

瓦赫宁根国际土地开垦和改良研究所

P_H. T_H. 斯托尔 (1972, 1973年)

瓦赫宁根水土管理研究所

目的和范围

阐述了整理降雨资料的统计方法和某些概率分配的讨论。

目 录

18.1 引言	11
18.1.1 确定设计降雨量	11
18.2 降雨量频率分析和重现的预测	13
18.2.1 以深度时段为依据的频率	13
18.2.2 以深度排列为依据的频率	15
18.2.3 重现预测和重现期	17
18.3 降雨量的历时—频率分析	19
18.3.1 历时等于测定时段的频率分析	19
18.3.2 历时由两个或两个以上测定时段组成的频率分析	19
18.3.3 应用深度—历时—频率关系确定排水设计流量的实例	20
18.3.4 概化深度—历时—频率关系	21
18.4 降雨量的深度—面积分析	22
18.5 测量和观测	24
18.5.1 点雨量的测定	24
18.5.2 雨量计网密度	25
18.6 重现预测的可靠性	26
18.7 分布处置和置信带的实例	27
18.7.1 分布处置引言	27
18.7.2 对数变换	27
18.7.3 正态机率分布	28
18.7.4 耿贝尔机率分布	31
参考文献	34

18.1 引言

为了设计排水和防洪工程，必须知道应该泄出的水量。如果可能的话，这些水量应该通过直接测定来估算。如果不可能，就应该用间接的方法，例如用降雨资料来计算。由于降雨在时间和空间内变化很大，必须用长期的和多站记录的降雨资料进行分析。这些记录可以通过下列方法之一来运用：

——将一个时段到一个时段的所有的降雨资料置于自然系统的模型中，它把降雨作为输入量，而把流量作为输出量（Ⅱ卷第十五章）。然后从模型的输出量选出设计流量。

——从一系列降雨量中选出设计暴雨，然后转变为设计流量。

本章主要是研究降雨资料的分析和统计方法，以便选出适当的设计暴雨。在原则上，同样的统计方法可以选择适当的设计流量。

18.1.1 确定设计降雨量

在一定时期内降落在地面上的雨量以铺盖在土地水平面上的深度 P （毫米、英寸等）表示，降雨深度被看作是统计变量，其值决定于：年内的季节；选择的历时；所研究的面积。

在设计中，所选择的频率、季节和历时，与所考虑的问题类型有关。

设计频率的选择 降雨量越大，出现就越不经常。设计雨量越高，意味着工程投资较大，失事的危险性则较少。但是存在着某一点，安全超过这一点所增加的费用与减少失事次数的收益相比就得不偿失。因此，选择设计频率是一个最优化问题。

对于大规模的防洪工程，失事可能危及人生命或重大的物质利益，可以考虑采用够的年一遇或甚至万年一遇的平均失事。在这种情况下，必须利用长期的降雨记录，通过足千精度的外插，以得出预测的极大洪水的现期（本章 18.7）。如果仅在农业意义上考虑可年以允许失事，即在灌溉和排水工程中可能发生的农业产量的损失或减产，通常可采用五重或十年一遇的平均失事。在这类情况下 20 年的记录可以够用。所采用的统计方法可以相对地比较简单，并限于采用频率分析（本章 18.2 和 3）。

关键季节 排水设计的降雨分析可限于水文年中降雨量过多可能造成破坏的这一段时期（图 18.1）。这一关键季节在荷兰是冬季，这时降雨量超过蒸发量。冬季需要排水，以保持土壤结构，保证土地的通行能力和田间作业性能，以及可以在春季较早地准备播种用地。夏季的排水是次要的，这是因为蒸发率相对地较高，从而土壤中的蓄水能力较大。

在罗马尼亚，月雨量和蒸发量的类型与荷兰的相类似，但关键季节发生在夏季，这是