

高等林业院校交流讲义

# 水土保持学

北京林学院森林改良土壤教研组编

林业专业适用



149959

农业出版社

高等林業院校交流講義  
水土保持学  
北京林学院森林改良土壤教研組編

農 業 出 版 社 出 版

北京老鐵局一號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 1108 號)

新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售

統一書號 1614·1334

|                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1961 年 10 月北京編印    | 圖本 787×1092                       |
| 1961 年 10 月出版      | 第六卷之一                             |
| 1961 年 10 月北京第一次印刷 | 字數 41,800                         |
| 印數 1—3,000 冊       | 印張 二十六張(含之一) 插頁十<br>定價 (9) 二元二角五分 |

1614·1334

## 前 言

这本讲义是以我院1960—1961年教学改革过程中编写的水土保持学讲义为基础而编写的，同时也参考了各院校的教材和其他有关方面的材料。

为了完成编写任务，森林改良土壤教研组的全体成员参加了这项工作，而组成教材编写小组；采用集体讨论，专人编写，反复修改，集体定稿的方法。参加这项工作的成员是：关君蔚、崔连山、高志义、李滨生、龙静宜、王礼先、张增哲、伍荔梨、张式玉、王斌瑞、沈佩中、刘涛等。

虽然我们期望能编写出符合于我国具体情况和林业专业需要的讲义，但是限于水平和时间，在这方面作得都很不够。而且由于过去我们工作范围的局限，对于华中、华南、西南和东北北部地区的内容，反映得不充分与不平衡，难免有所欠缺和错误。讲义内容虽经反复修改，但论证尚不够有力，文字、名词仍有不统一之处。各院校在试用时应根据具体条件，灵活使用，并加以补充和修改。希望得到各方面严格的批评和指正！

编者 1961年6月

# 目 录

|           |   |
|-----------|---|
| 精 论 ..... | 1 |
|-----------|---|

## 第一篇 水土流失的防治

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 水土流失的防治和地表逕流 .....       | 5  |
| 第一节 水土流失的防治 .....            | 5  |
| 第二节 水的循环、降水、蒸发和下渗 .....      | 5  |
| 第三节 地表逕流 .....               | 9  |
| 〔附〕 逕流的計算和測定 .....           | 10 |
| 第二章 土壤侵蝕 .....               | 24 |
| 第一节 土壤侵蝕的概念 .....            | 24 |
| 第二节 正常侵蝕和加速侵蝕 .....          | 24 |
| 第三节 古代侵蝕和現代侵蝕 .....          | 24 |
| 第三章 現代加速侵蝕 .....             | 27 |
| 第一节 面蝕（土壤流失） .....           | 27 |
| 第二节 沟蝕（土壤冲刷） .....           | 29 |
| 第三节 重力侵蝕与泥石流 .....           | 35 |
| 第四章 影响水土流失的因素 .....          | 39 |
| 第一节 影响水土流失的自然因素 .....        | 39 |
| 第二节 社会經济活动对水土流失的影响 .....     | 47 |
| 第五章 水土流失的危害 .....            | 49 |
| 第一节 水土流失对山区的危害 .....         | 49 |
| 第二节 水土流失对平原的危害 .....         | 50 |
| 第六章 我国主要水土流失类型区及各区的特点 .....  | 52 |
| 第一节 黄土地区 .....               | 52 |
| 第二节 石山地区 .....               | 54 |
| 第七章 水土流失地区农业生产的特点 .....      | 58 |
| 第一节 山区农业生产及其与水土保持工作的关系 ..... | 58 |
| 第二节 水土流失地区农田的特点 .....        | 58 |
| 第三节 水土流失地区的多种多收和高产多收 .....   | 61 |
| 第八章 水土保持农业技术措施 .....         | 63 |
| 第一节 輪作 .....                 | 63 |

|             |                       |            |
|-------------|-----------------------|------------|
| 第二节         | 间作、套种和混播              | 65         |
| 第三节         | 带状间作                  | 66         |
| 第四节         | 横坡耕种和深耕               | 70         |
| 第五节         | 沟壑耕种法                 | 72         |
| 第六节         | 水平防冲沟                 | 76         |
| 第七节         | 区田与翻田                 | 77         |
| <b>第九章</b>  | <b>水土保持田间工程</b>       | <b>81</b>  |
| 第一节         | 坡地梯田化在水土保持工作中的作用      | 81         |
| 第二节         | 梯田的规划                 | 84         |
| 第三节         | 梯田的规格                 | 87         |
| 第四节         | 分年培埂修筑梯田的设计与施工        | 88         |
| 第五节         | 一次修成水平梯田的设计与施工        | 92         |
| 第六节         | 石坎梯田                  | 97         |
| 第七节         | 梯田的养护与排水              | 99         |
| 第八节         | 其他田间工程                | 100        |
| <b>第十章</b>  | <b>坡面蓄水工程</b>         | <b>102</b> |
| 第一节         | 水窖                    | 103        |
| 第二节         | 涝池(蓄水池, 池塘)           | 107        |
| 第三节         | 蓄水沟                   | 109        |
| 第四节         | 山坡截流沟                 | 111        |
| <b>第十一章</b> | <b>沟壑治理工程及山地灌溉问题</b>  | <b>113</b> |
| 第一节         | 沟头防护工程                | 113        |
| 第二节         | 谷坊工程                  | 114        |
| 第三节         | 沟台地工程                 | 119        |
| 第四节         | 淤地坝                   | 121        |
| 第五节         | 小水库                   | 125        |
| 第六节         | 护岸工程                  | 127        |
| 第七节         | 山地灌溉问题                | 129        |
| <b>第十二章</b> | <b>水土保持林的作用</b>       | <b>138</b> |
| 第一节         | 森林吸收调节地表径流和涵养水源的作用    | 138        |
| 第二节         | 森林固持土壤和改良土壤的作用        | 141        |
| 第三节         | 森林改善小气候及对于大气候的影响      | 143        |
| <b>第十三章</b> | <b>水土保持林的体系、配置和营造</b> | <b>145</b> |
| 第一节         | 水土保持林的体系              | 145        |
| 第二节         | 分水岭防护林                | 148        |
| 第三节         | 护坡林                   | 150        |
| 第四节         | 梯田地坎造林                | 153        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 第五节 侵蚀沟造林               | 156        |
| 第六节 护岸护滩林               | 160        |
| 第七节 堰面堰边防护林             | 165        |
| 第八节 水源涵养林               | 169        |
| 第九节 石质山地沟道造林            | 172        |
| 第十节 山区护牧林               | 173        |
| 第十一节 坡地果树(特用经济作物)的水土保持林 | 175        |
| 第十二节 池塘水库防护林            | 178        |
| 第十三节 山地护渠林              | 180        |
| 第十四节 水土保持林营造技术上的注意事项    | 181        |
| <b>第十四章 水土保持牧业措施</b>    | <b>184</b> |
| 第一节 牧草在发展山区生产及水土保持中的意义  | 184        |
| 第二节 种草在水土保持工作中的应用       | 185        |
| 第三节 牧场合理利用              | 190        |
| 第四节 主要水土保持草类的栽培         | 193        |
| <b>第十五章 水土保持规划设计</b>    | <b>196</b> |
| 第一节 水土保持规划设计的目的、原则与特点   | 196        |
| 第二节 规划设计的步骤和内容          | 199        |

## 第二篇 治沙及防护林

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| <b>第十六章 沙地地形及风沙移动规律</b>         | <b>203</b> |
| 第一节 沙地的概念                       | 203        |
| 第二节 风沙流                         | 203        |
| 第三节 风对沙区地形形成的作用                 | 208        |
| 第四节 沙丘的移动                       | 211        |
| <b>第十七章 沙地的性质及植被形成过程</b>        | <b>214</b> |
| 第一节 沙地的机械组成                     | 214        |
| 第二节 沙地的矿物成分与化学成分                | 217        |
| 第三节 流沙地的物理性质                    | 219        |
| 第四节 沙地水分状况                      | 221        |
| 第五节 沙地植被形成及其演替                  | 225        |
| <b>第十八章 我国的治沙情况和我国沙地的分布及其特点</b> | <b>229</b> |
| 第一节 我国的治沙情况                     | 229        |
| 第二节 我国沙地的分布及其特点                 | 230        |
| <b>第十九章 机械固沙和化学固沙措施</b>         | <b>236</b> |
| 第一节 机械沙障防沙原理                    | 236        |

|              |                       |            |
|--------------|-----------------------|------------|
| 第二节          | 机械沙障的应用方法             | 238        |
| 第三节          | 液体乳剂和其他粘合物固沙          | 241        |
| <b>第二十章</b>  | <b>用水治沙和风力在治沙上的应用</b> | <b>244</b> |
| 第一节          | 用水治沙的意义               | 244        |
| 第二节          | 引水拉沙                  | 245        |
| 第三节          | 低湿地排水                 | 247        |
| 第四节          | 利用风力防止沙丘埋压公路和渠道的方法    | 248        |
| <b>第二十一章</b> | <b>植物治沙措施</b>         | <b>251</b> |
| 第一节          | 沙地的森林植物条件类型           | 251        |
| 第二节          | 主要固沙植物及其生物学特性         | 256        |
| 第三节          | 沙地造林技术                | 262        |
| 第四节          | 固沙林的配置                | 271        |
| <b>第二十二章</b> | <b>沙地的综合利用</b>        | <b>274</b> |
| 第一节          | 沙地经济利用原则及沙地经济类型的划分    | 274        |
| 第二节          | 沙地利用的农业技术措施           | 275        |
| 第三节          | 沙地的畜牧业                | 277        |
| 第四节          | 固定沙地培育果树和营造用材林        | 281        |
| <b>第二十三章</b> | <b>农牧防护林及沿海防护林</b>    | <b>283</b> |
| 第一节          | 风旱的危害和防护林的作用          | 283        |
| 第二节          | 农牧防护林的配置和营造           | 291        |
| 第三节          | 沿海防护林                 | 304        |
| 〔附录〕         | 水土保持林主要应用树种一览表        | 308        |
| <b>参考文献</b>  |                       | <b>316</b> |

## 緒 論

水土保持学是研究水土流失的原因和发展过程,以及运用綜合性技术措施,防治水土流失等自然灾害,从而保障生产(尤其是农业生产)发展的一門新的自然科学。

水土保持学的主要内容包括水土流失基本知識和防治水土流失的綜合措施两部分。前一部分阐述水土流失、地表逕流、土壤侵蝕发生的原因、过程、以及影响水土流失的因子和其危害等。后一部分包括农业、田間工程、水利水土保持工程、林业和牧业措施,及规划設計的知識。为了符合于林业专业的要求,将治沙和防护林营造部分也納入本教材里面。

水土保持工作对发展山区生产和整个国民經济具有特別重大的意义。

我国是一个多山的国家,全国約三分之二以上的土地是山地和丘陵。山区的人口和耕地約占全国总数的三分之一左右。广大的山区具有丰富的矿藏和水土資源,有着发展生产的优越条件,很早就是农业、林业、畜牧、果树和其他副业生产的基地,是我国社会主义建設的重要組成部分。但在解放前长期受到封建制度和国民党反动派的統治,結果这些地方森林被破坏,草地遭滥垦,产生了严重的水土流失現象。水土流失的結果,地力耗竭,产量低微,耕地面积縮小,水旱灾害不断发生,促成了山区的荒凉景象。

水土流失不仅影响山区生产,而且也是造成平原地区水旱灾害的根源;往往由于山区水土流失使得河水暴涨暴落,而且大量泥沙被帶到河川的下游,沉积在河道或水庫里;对于航运、水电等事业带来极大的破坏作用。因此,水土保持工作在改造自然,征服水旱灾害,根治水患开发水利中具有重大意义。

为了改变山区貧困面貌,高速度发展农业,就需要进行治山、治水、保土、保肥的工作,因地制宜地有效地貫徹农业八字宪法,大力开展造林种草,綠化荒山秃岭。

我国农业历史悠久,勤劳勇敢的劳动人民在山区进行农业生产,长期和水土流失作斗争的过程中积累了丰富的經驗。总结出:“山上开荒、山下遭殃”,“山低一寸、河高一丈”等造成自然灾害的原因。以及創造出:修筑梯田、打坝淤地、引洪漫滩、封山育林、植树护田、林粮間作等发展生产的治理措施。但是在反动統治时期,劳动人民在残酷的压榨之下,积累的經驗虽然是宝贵的,但毕竟是零星而不系統的。

解放以来在党和政府的重視和领导下,水土保持工作取得了宏伟的成就。

解放初期,随着国民經济的恢复和发展就开展了以抗旱救災发展山区生产为中心的群众性的水土保持工作,并建立了一些水土保持科学試驗站。

在治理淮河的工作中水土保持工作开始按流域有計劃的进行,开展了修梯田、培地埂、打坝淤滩、封山育林、植树造林等水土保持的群众运动,并进行了重点的典型治理工作。与



此同时在苏联专家的帮助下,中国科学院及其他有关部门在黄河中游和长江、海河、辽河等水系上游进行了水土保持综合考查工作,为全面展开水土保持工作提供了科学资料。

随着农业合作化高潮的出现,和生产的发展,水土保持工作也进入了全面治理阶段。

1955年7月第一届全国人民代表大会第二次会议通过了“根治黄河水害,开发黄河水利的综合规划”,强调指出水土保持工作的重要作用。在1956年中共中央政治局所提出的一九五六到一九六七年全国农业发展纲要(草案)中的第十三条更明确地提出:“……要求在十二年内,在一切可能的地方,显著地收到保持水土的功效,逐步减少水土流失的损害。”

为了促进水土保持工作的全面开展,在1955年和1957年曾经召开过两次全国水土保持会议,总结了水土保持工作的经验,制定了水土保持工作方针,公布了“中华人民共和国水土保持暂行纲要”,并成立了国务院水土保持委员会,领导全国水土保持工作。仅1956、1957两年,单是黄河中游地区就治理了水土流失面积5万平方公里,为前五年治理面积总和的2.5倍。

1958年以来,我国工农业生产在三面红旗的光辉照耀下,出现了大跃进的局面,水土保持工作亦和其它各个生产战线上一样,掀起了普遍高涨的群众运动,由一坡一沟的治理发展到按山系按流域大面积的综合治理。

同年9月,召开了第三次全国水土保持会议,这次会议对于推动全国水土保持的工作,起了很大的作用。

几年来经过治理的地区自然面貌和经济面貌都发生了显著的变化,农业生产和人民生活不断提高。根据国务院水土保持委员会的资料,山西省13个县21个重点地区调查结果,平均亩产100斤以上的有11个点,200斤以上的有6个点,300斤以上的有1个点,400斤以上的有3个点。而在调查地点的附近未进行水土保持工作的地方亩产仅几十斤,只有两个点超过100斤。可见水土保持工作保障农业增产是毫无疑问的。而在河南济源县李八庄在治理前只有4条沟有水流,经治理后现在有60条沟清水长流,有力地促进了农牧业生产的发展。在水土流失严重的地区出现了甘肃邓家堡、山西大泉山、河南淇河等水土保持的先进红旗单位。

水土保持工作取得的成就,充分证明人民公社制度的无比优越性,和水土保持工作方针的正确性。

几年来在水土保持工作方面进行了广泛的调查研究工作,总结了经验,并及时运用了苏联和其他国家先进的科学成果;在生产实践中丰富了水土保持科学的理论,于是产生了适合于我国具体条件的水土保持学。由于我国的水土保持工作具有显明的生产性,综合性和群众性,因而,这些特点在水土保持学上亦得到相应的反映。

水土保持工作的最终目的在于发展和保障生产进而改变自然面貌,而各项水土保持措施只是达到这些目的的方法和手段,因此水土保持工作必须从有利于当前生产出发,通过

一系列水土保持工作，进一步提高和发展生产。

水土流失产生的原因是多方面的，各因子之間是相互影响相互制約的，只有采用綜合措施才能防治水土流失。其主要內容如农业技术措施、工程措施、造林种草等，各項措施之間是互相促进，相輔相成的。誠如群众所总结出的：“工程蓄水、水养树、树固土”，“林蓄水、水养农”，“山青才能水秀”，等經驗均恰当地反映了生产性和綜合性的特点。

另外，水土保持工作既然是与生产緊密相关的一項工作，因此在工作中就必须发动群众，依靠群众，而且水土保持的丰富經驗亦产生于群众之中。由此看来，我国的水土保持学，本質上就不同于資本主义制度下形成的“水土保持学”或“保土学”，因为，在那样的制度下，由于生产資料私有和其經營方式的掠夺性，不可能进行合理的土地利用和有計劃、大規模地开展水土保持工作，因而在其水土保持科学上亦反映出其局限性与落后性。

在我国这样辽闊而严重的水土流失地区进行着規模宏伟的水土保持工作，不仅形成和发展了水土保持科学；在工作上也出現了一系列新的問題，例如：

- ①在山区大办农业、大办粮食，扩大耕地面积的过程中防治水土流失問題。
- ②結合水土保持工作发展林业、果树及其他副业等开展多种經營問題。
- ③选择并培育更多的“宝贝树”、“宝贝草”和水土流失地区的快速綠化的技术問題。
- ④各項水土保持措施因害設防、因地制宜、成龙配套問題。
- ⑤采用机械化电气化施工提高工作效率問題。
- ⑥飞机播种、爆破施工、人工降雨、土壤改良剂及其他新技术在水土保持工作中的应用問題等。

当前应该以結合当年增产，当年受益，提高工效，節約劳动力，加速治理速度，充分發揮效益为中心，繼續进行农林牧水利等水土保持措施及其增产拦泥效益的試驗研究。这些問題的进一步解决，都将有利于今后水土保持工作的开展。尽管水土保持学还是一門年青的科学，而生产上需要解决的問題也确是艰巨和复杂的；但以其为我国社会主义共产主义建設所必需，我們坚信在党的领导下，随着生产經驗的不断丰富和科学研究工作不断深入和推广，将促使水土保持学不断充实和提高，发展到更高的阶段。



# 第一篇 水土流失的防治

## 第一章 水土流失的防治和地表逕流

### 第一節 水土流失的防治

由于我国水土保持工作具有鮮明的群众性、綜合性和生产性,尤其是从当前生产需要出发的特点;就决定了水土流失的防治不应仅限于防止土壤侵蝕的危害,或仅限于防止地表逕流所造成的危害。而进一步要求在尚未发生土壤侵蝕之前就要将降水和地表逕流加以控制,而且最有效地利用这些水分,提高土壤肥力,提高生产。从而有利于促使生产事业(尤其是农业)逐步地由自然灾害中解脫出来。

誠如生产上所总结出的:“坡地耕种跑水跑肥跑土”。有力的說明了水土流失是造成地力耗竭和干旱的根本原因。在水土流失地区的中心问题是治水、治山和治土;把害水变成益水,把穷山变成宝山,把瘠土荒地变成沃土良田。

“水冲土跑”,“土随水流”等都在說明水土之間的相互关系,并且也反映出其中起决定性作用的是水。因此,在水土保持工作中既要向水、土、山同时开战,又要把水作为主攻方向;在防止其危害的同时充分利用每一滴水,每一寸土。以这样的思想为基础,在生产上出現了:“一次修成水平梯田”,“滾石坡上栽西瓜”,“魚鳞坑內林粮間作”,“引水上山”等,除害与兴利相結合,长远利益与目前利益相結合,直接服务于当前生产进行水土保持工作的出色成就。这正是我国的具体条件下提高了水土保持工作水平的标志。

因此有必要在闡述土壤侵蝕之前,說明水分循环,尤其是地表逕流的基本規律以及对其加以控制、調节和利用的一般原則。

### 第二節 水的循环、降水、蒸發和下渗

自然界中水的循环是通过蒸发、降水、下渗、逕流等四个主要环节实现的。根据水分循环过程可分大循环和小循环。

海洋和大陸之間的水分交换过程,称之为大循环。海洋蒸发的水分,形成降水落至海洋;或由陸面蒸发的水分,形成降水又落至陸面,称之为小循环。

不但整个地球,而且每一个不大的流域,在长时期內的平均水量的平衡也是約略相等

的。流域水量平衡通用方程式,具有下列形式:

$$(X+K+P)-(Y+Z+f)=0$$

- 式中 X——降水量  
 K——空气中水汽凝結量  
 P——从鄰近流域通过地下流入本流域的水量  
 Y——流域流出的水量(地面逕流量)  
 Z——流域蒸发量  
 f——本流域从地下外流至鄰近流域的水量

由于K、f及P三項远較X、Y、Z为小,因此对較大流域可略去不計。

水分平衡方程式可用如下形式:

$$X_0=Y_0+Z_0$$

- 式中  $X_0$ ——降水量的多年平均值  
 $Y_0$ ——逕流量的多年平均值  
 $Z_0$ ——蒸发量的多年平均值

于是 $X_0$ 、 $Y_0$ 及 $Z_0$ 三項是水量平衡的三个基本要素,只要已知任意兩項即可根据上式推算出第三項的数值。

从水分平衡方程式可看到降水、蒸发、逕流三者的关系,根据它們之間的关系,我們能通过綜合性的水土保持工作,控制逕流,减弱或改变蒸发的途径,也将在一定程度上影响降水,导致水分循环(尤其是小循环)趋向于对我们有利的方向发展。

一、降水 降水是水量平衡的基本組成要素。降水对水土流失的影响集中在下列三方面;1.降雨强度;2.降雨历时;3.降雨范围。从水土保持观点来看,对于暴雨的研究是非常必要的。

暴雨是指短時間內强度大的降水,根据我国气象方面現行規定,一日降水量超过50毫米或1小时降水量超过16毫米的,都叫做暴雨。

表1-1 降雨强度与地表逕流 (根据苏联П.Ф.高尔巴切夫)

| 雨 级       | 特 性      | (毫米/分)    |
|-----------|----------|-----------|
| 小 雨       | 无地表逕流产生  | <1.0      |
| 普 通 雨     | 鋪砌地面产生逕流 | 1.1—3.0   |
| 中 雨       | 自然坡面产生逕流 | 3.1—5.0   |
| 大 雨       | 急流       | 5.1—7.0   |
| 大 暴 雨     | 城市街道淹水   | 7.1—9.0   |
| 强 烈 暴 雨   | 小河汎濫成灾   | 9.1—12.0  |
| 山 区 暴 雨   | 山溪变为河溪   | 12.1—16.0 |
| 台 哈 斯 暴 雨 | 逕流量極大    | 16.1—35.0 |
| 热 带 暴 雨   |          |           |

在山区,由于地面坡度比較陡,如降水强度大,对于水土流失影响很大,从表1—1可以看出不同降雨强度产生地表逕流的情形。

在进行水土保持与水利措施設計时,常規定以若干年一次的暴雨作为設計标准。因此需要說明暴雨的頻率与重現期。

頻率(保証率):在不連續系列中,某一降雨量的頻率是指等于或大于这一降雨量的出現次数,通常以百分数表示。頻率的推求根据或然率理論可用下式求之,用求得的頻率与相应的降雨量值点繪出的曲綫,叫做降雨量的經驗頻率曲綫。

設  $n$  = 系列的全部項数

$m$  = 某一項在遞減次序中所占的次序

則这一項的頻率为

$$P = \frac{m \times 100}{n + 1} \%$$

頻率这个名詞具有抽象的数学意义,为通俗化起見,我們往往用重現期来代替它。

設  $T$  为重現期,則頻率  $P(\%)$  与重現期的关系

$$T(\text{重現期}) = \frac{100}{P} = \frac{100}{\frac{m}{n+1} \times 100} = \frac{n+1}{m}$$

重現期即隔若干时期出現一次之意。

現將不同頻率的重現期的表示方法列入表1—2。

表1—2

| 頻 率 % | 多水年份的重現期 | 頻 率 % | 枯水年份的重現期 |
|-------|----------|-------|----------|
| 1     | 百年一遇     | 50    | 2年一遇     |
| 2     | 50年一遇    | 75    | 4年一遇     |
| 3     | 33年一遇    | 80    | 5年一遇     |
| 5     | 20年一遇    | 85    | 6、7年一遇   |
| 10    | 10年一遇    | 90    | 10年一遇    |
| 15    | 6、7年一遇   | 95    | 20年一遇    |
| 20    | 5年一遇     | 97    | 33年一遇    |
| 25    | 4年一遇     | 99    | 100年一遇   |

在水土保持工作中,計算小集水面积暴雨逕流的洪水流量时,往往需要較短历时,如几十分鐘或几小时的設計暴雨量。

現根据苏联国立水文研究所研究得出的經驗公式:

$$X = \frac{A + B \cdot \lg N}{1 + t^3} \cdot t \cong (A + B \cdot \lg N) t^{0.33}$$

$X$  ——重現期为  $N$ , 降雨历时为  $t$  分鐘的暴雨强度(毫米/分鐘)

$A, B$  ——和各地区有关的降雨参数(可查各省区降雨資料,已繪制的  $A, B$  等值綫图.)

N——重现期,如10年,20年,100年,即相当于10%、5%、1%的频率

t——降雨历时。以分钟表示(根据暴雨后洪水集中的时间来决定,如开始降雨后60分钟洪水集中,即 $t=60$ )。

用这公式求暴雨强度,还是较为准确的一个方法。北京水利科学研究院在1956—1957年期间根据降雨过程记录对暴雨强度,历时与重现期相互关系的分析,结果证明,在中国在大多数情况下,应用上述公式也能得出令人满意的结果。

二、蒸发 蒸发是水量平衡的第二个组成要素。蒸发量加大,地表逕流就会减少。蒸发与逕流的关系表现在陆面总蒸发上,陆面总蒸发包括土壤蒸发与植物蒸腾两方面,这两方面都是在一定程度上可以控制的。总蒸发量的大小和土壤含水量,土壤结构,土壤温度,植物种类及生长等情况有关。改变这些因子都能影响蒸发。在水土保持工作中,很多措施其目的就在于削弱蒸发力,提高有效蒸腾率,并通过大量蒸腾水分,有利于提高空气湿度。

三、下渗 降水落至地表后,除蒸发外另一条出路是下渗,下渗系指降水通过地表渗入土壤的过程。水分自地表渗入土壤中的强度称之为下渗率,以每小时若干毫米表示。下渗率的大小除受降水的影响外,主要决定于土壤性质,地表状况和地形条件。

下渗也是人力可以控制的因子。

下渗率又可分为初渗率和稳渗率。在不同地区,不同土壤,下渗的过程不同,但都有共同的规律,在降雨初期,土壤中未为水分充满的毛细管和非毛细管孔隙的渗透强度是很大的,其下渗率很大,称之为初渗率。以后土壤的孔隙逐步为水分填充,水分入渗能力降低,最后即趋向于稳定,是即稳渗率。

增加土壤的下渗率是防治水土流失工作中非常重要的手段,因为入渗水分的增加,实际

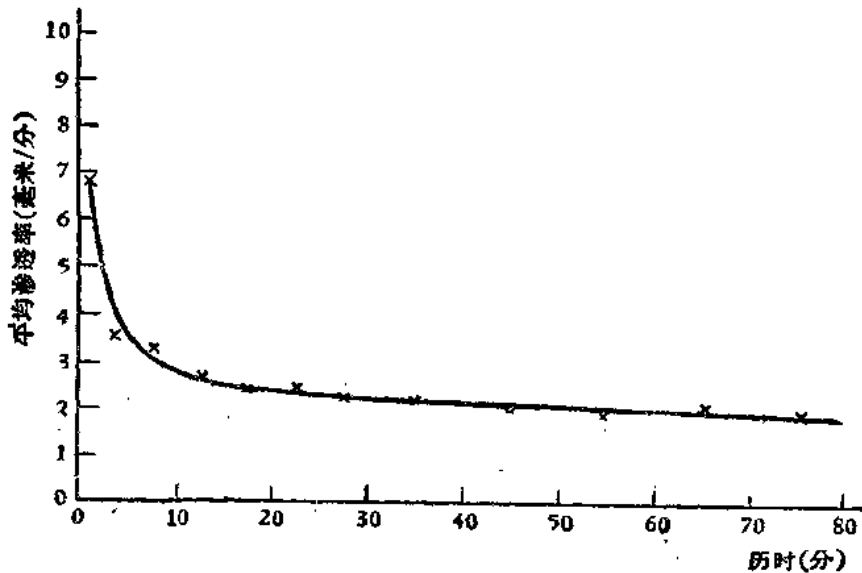


图1-1 土壤渗透曲线

上就是地表逕流的減少。

但也需要指出,下滲水分只是防治水土流失控制地表逕流的过渡形式。这是因为一般土壤下层的下滲率远小于表层,此种差异的存在就促使下滲水分在土壤表层集中,因而必需进一步将集中在表层的下滲水分,加以疏导利用。主要的方向是通过植物蒸騰,滋潤下方土地和逐漸地补充河川水源。可見下滲水分,是在暴雨时期将降水存貯起来,然后不断地将水分供应其下方农田,和补給河川水量,这不仅控制了地表逕流,为植物生长提供了良好的水分条件,而且也有利于削減河川洪峯增加枯水期和常水量。

### 第三節 地表逕流

地表逕流是降水量超过可能的滲透与蒸发的水量,因重力的作用而沿地表低地流动的水流。虽然水土流失并不完全由地表逕流所引起,但是地表逕流的产生却是促成水土流失的根源所在。而防治水土流失的关键首先在于控制地表逕流。

在一个流域内,地表逕流的形成过程,可以分成下列几个阶段:

一、全流域停蓄阶段 在此阶段降下的雨水浸潤了表层土壤,填滿土壤顆粒之間的孔隙,并填充地面窪地和起伏不平的地方。如果地表有植被复盖,則有一部分雨水截留在茎干、树枝与叶面上。

地面窪地具有不同的大小与深度,当降雨强度超过下滲强度后,超过雨量首先填滿小窪地,小窪地立刻被填滿而开始漫流,这些水轉到較大的窪地,有一部分順坡流至小沟之内。填入窪地水分的数量称之为窪蓄量。地面大小窪地,减少逕流的总量与强度。所以通过改造小地形,如修筑小池塘、鱼鳞坑、等高耕作等皆在增加窪蓄量的措施,都可起緩和减少地表逕流的作用。

二、坡面漫流阶段 逕流在坡面上成片的流动,叫坡面漫流。漫流开始是由許多很小的水流所组成。其流动緩慢,躲硬寻低。随着降雨强度增加,漫流占有的范围增大。而当暴雨强度过大,全部存蓄困难时,則加以安全的疏导使其分散緩慢地向沟道集中。为了达到如上目的,生产上将采用有利于吸收,調节,存蓄和有計劃疏导地表逕流的各种水土保持措施。

三、沟槽集流阶段 全面漫流的水沿坡下流,逐步就低地集中,水在沟道、河流中縱向流动,叫集流。在集流过程中,同时来自流域各个部分的局部水流,就在出口断面处汇集一起。流量逐渐增大。一个流域各处所产生的地表逕流到达河口时间不同,用一条綫把地表逕流到达河口时间相同的点連起来,这样的綫叫等流时綫(图1-2)。

地面逕流汇集过程沿途也有蒸发及滲透。在同一等流时綫上的地表逕流,将沿不同的路径最后同时流到流域出口,沿途不断有当地新产生的地面逕流加入。現假設在雨时为1小时,降雨强度 $I$ ,在全流域的全部降雨期內是均匀的,流域入滲率 $f_c$ 也是不变的,在降雨开始时,地面窪陷已被水充滿的条件下,由地面逕流汇集形成的流量过程綫如图1-3所示。



在集流过程中,流量不断增大,图中 $Q_m$ 则为达到最大洪峰。如各河流流域没进行水土保持工作,则降雨后,逕流集中快,流量大,到下游后,则会造成水灾危害。

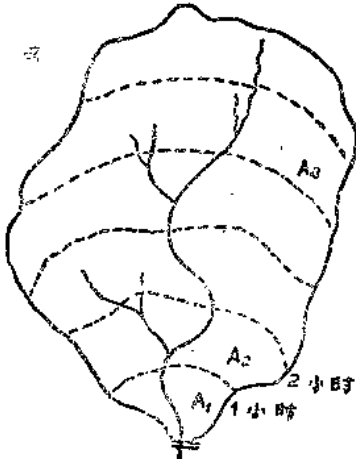


图1-2 等流时綫

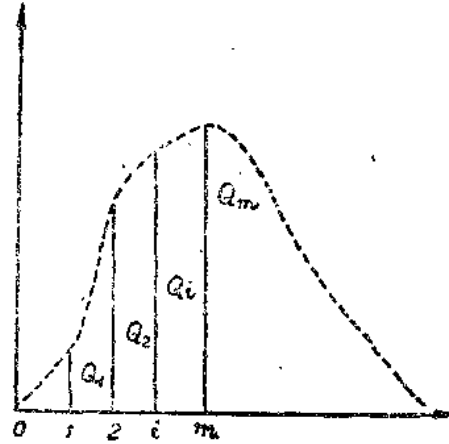


图1-3 降雨一小時的地表逕流流量过程綫

**四、沟槽容蓄消退阶段(或称逕流消退阶段)** 由降雨停止时开始起逕流逐渐减少,直到完全停止为止。

由上述集流过程可以看出,不仅通过控制逕流阶段中地表逕流可以减少集流的水量,而且在地表逕流集中之后仍旧可以将地表逕流加以存蓄、疏导和下渗,沟壑中修筑的池塘和小型水庫及其他造林种草等措施其目的也正在此。而更重要的是通过各项措施延緩和有計劃地处理地表逕流集中的前后和時間,就可以一方面降低洪峯,而另一方面則可增加枯水量常水量;这也正是消灭洪水灾害,变水害为水利的基础。

#### [附] 逕流的計算和測定

当我们認識了地表逕流的形成規律及其与水土流失的关系以后,还要进一步了解最大暴雨所产生的逕流量对水土流失危害的程度。經常逕流量的大小是水土保持各项措施設計的依据。

**一、逕流的單位及其表示方法** 在水文学計算中及一般水土保持工程設計中,逕流的研究与計算中,常使用一定的度量单位,以便說明某一定時間內某流域逕流的大小及其对不同流域的逕流进行比較,其常用的有:

(一)逕流量(Q) 单位時間內流过河流某一断面的水体体积,通常以立方米/秒表示。某一瞬时的流量称为瞬时流量。一天內逕流量的平均值称为日平均流量。依此类推有月平均流量,年平均流量,多年平均流量等。

(二)逕流率(M) 也叫逕流模数,是单位面积每平方公里上每秒的逕流量,以公升計,可按下式計算:  $M = \frac{1000 \cdot Q}{F}$