

高等农业院校交流讲义

# 土壤改良学

## 水利土壤改良

只限学校内部使用

北京农业大学编

农学类各专业及土壤农化专业用

农业出版社

高等农业院校交流讲义

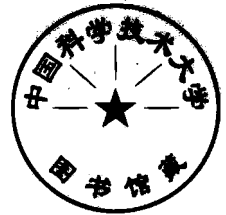
# 土壤改良学

## 水利土壤改良

只限学校内部使用

北京农业大学编

农学类各专业及土壤农化专业用



农业出版社

# 目 录

第一章 概論 .....	1
第一节 水利土壤改良在我国社会主义农业生产中的作用 .....	1
第二节 制定水利土壤改良技术措施的原则 .....	2
第二章 灌溉系统的规划、设计 & 施工 .....	5
第一节 灌溉系统的任务及其组成 .....	5
第二节 开辟水源, 灌溉农田 .....	6
第三节 渠首取水枢纽 .....	10
第四节 灌溉渠道的布置及设计 .....	21
第五节 渠道的施工 .....	44
第三章 灌溉园田化的灌溉制度和灌水技术 .....	47
第一节 概述 .....	47
第二节 灌溉园田化的灌溉制度 .....	51
第三节 灌溉园田化的灌水技术 .....	69
第四章 灌溉管理 .....	84
第一节 计划用水 .....	84
第二节 渠系管理工程养护及渠系改建 .....	92
第三节 组织管理 .....	95
第五章 涝洼地的改良利用 .....	98
第六章 盐碱土的改良与土壤次生盐碱化的防治 .....	111
第一节 概述 .....	111
第二节 改良盐碱土的水利技术措施 .....	115
第三节 以农业技术措施为主的盐碱地改良措施 .....	134
第四节 灌区次生盐碱化的防治 .....	137
第七章 水土保持 .....	141
第一节 概述 .....	141
第二节 坡地梯田化的措施 .....	151
第三节 沟壑川台化的措施 .....	172
第四节 坡耕地水利化的措施 .....	182
第五节 山区园林化的措施 .....	196

# 第一章 概 論

## 第一节 水利土壤改良在我国社会主义农业生产中的作用

### 一、水利土壤改良的内容和范围

水利土壤改良是改造自然界的总的綜合措施的組成部分。为了达到改造自然界的目  
的,进行永久性的土壤改良,不断提高土壤肥力,保証高額而穩定的农业丰收,必須采用农业  
土壤改良、林业土壤改良、化学土壤改良和水利土壤改良等綜合措施。水利土壤改良乃是以  
水利技术措施为手段,开发利用水利资源,直接調节土壤水分状况,以及与其相关的土壤通  
气、养分、盐分、溫度、地表小气候状况等条件,使土壤在人为控制的綜合条件下,不断提  
高土壤肥力,及时地、充分地滿足作物生长发育所需求的各个生活要素,以期达到高額而  
穩定的农业丰收。使农业生产逐步地消滅对自然自发性因素的依賴,不断地提高农作物单位面积  
的产量。

在土壤水分不能滿足作物需要的季节性干旱地区及終年干旱的荒漠地区,农林牧业  
的发展要求修建蓄水、揚水、引水并灌水的各种水利工程及建筑物,建立并实施各种設施的  
管理使用办法,改旱地为水澆地,充分利用水利资源发展灌溉。在发展灌溉的同时,在我国  
北方还要进行对灌区的灌溉排水状况的調节控制,防治灌区土壤盐碱化。对现有的盐碱地  
要求开溝排水消滅盐碱化条件,必要时进行冲洗排盐免除盐碱为害作物。在土壤水分过多  
的瀝滂地区和沼澤地区,要求健全泄蓄地面逕流和降低地下水位的水利措施。在地面逕流  
多而急的山地水土流失地区,則要求在坡面和溝壑中进行攔蓄地面逕流的各种水利及田間  
工程和其他水土保持措施,以发展山区农业生产。在生产实践中,这些工作也正在以高速度  
进行着。由此可见,水利土壤改良学的主要内容,就包括有灌溉、排水、盐碱土的改良利用和  
灌区土壤次生盐碱化的防治,以及水土保持等四个部分。

### 二、水利土壤改良在我国社会主义农业生产中的作用

解放以来,在党和政府的英明领导下,全党全民貫徹了“以蓄为主、小型为主、社办为主”  
的水利方針,执行了农业“八字宪法”使水利土壤改良工作有了很大发展,取得巨大的成就,  
在农业生产中发挥了显著的作用。

我国降雨和地形的特点使得在很大的耕地面积上农作物需水与天然土壤水分供应状况  
之間存在着不协调状态。各地降雨量在季节分配和历年的变幅上很不均匀,华北和西北地

区,冬春两季降雨量稀少,容易招致干旱;而在夏季,则降雨集中,且多暴雨,在平原窪地易致成涝渍;在另一些地区,则引起土壤盐碱化,而在山地植被稀少、坡度较陡的地方又易引起水土流失。各地降雨量历年差异很大,北京 1869 年的 7 月雨量仅有 6.8 毫米,而 1890 年则达 825 毫米,相差 120 倍,这就容易造成特大的旱涝灾害。所有这些都对获取稳定而不断提高农作物的产量有不利的影晌。消除、减轻这些灾害的作用,将对我国社会主义农业建设起着很大的作用。

我国河流多,河水、地下水及地表逕流的水量也很大,充分利用这些水量,进行必要的和适当的拦蓄和排泄以调剂季节性水量不均匀,就有条件消灭减轻这些旱涝灾害。同时,还可做到更好地调节土壤水分状况和提高土壤肥力。

由于水源在季节分布上,在地区和地形部位上分布的特点,在利用水源满足农作物的需要时,必须有一定的水利工程措施的基础。因此,发展水利土壤改良工作,在我国社会主义农业建设中就有着重要的地位。1956 年到 1967 年全国农业发展纲要即提出“……全国水利事业的发展,应当以修建中小型水利工程为主,同时修建必要的可能的大型水利工程。……通过这些工作,结合国家大中型水利工程的建设和大、中河流的治理,要求在 12 年内,基本上消灭普通的水灾和旱灾。”“……积极改良和利用盐碱地……注意防止土地的盐碱化。……”“……有步骤有计划地开展保持水土的工作……。”生产实践也充分说明了水利土壤改良的重要性。解放后,特别是 1958 年大跃进以来,我国的农田水利建设事业获得了迅速的发展。整修了河道堤防,兴修了大中小型水库,扩建了老灌区,添建了新灌区,挖整了大批塘井,扩大了灌溉面积;提高了灌溉管理水平,在很大的灌溉面积上实行了计划用水,改进了灌水技术,在相应的地区推行了小畦灌,细流沟灌;在盐碱和涝渍地区疏浚了排水道,将许多水道连通形成整的排洩系统,挖沟洩,修筑畦埂等;在水土流失地区修了大量的坡面田间工程(如梯田、地埂、水窖)和沟壑工程(如谷坊、淤地坝等)。由于进行了上述的工作以及贯彻了农业“八字宪法”,农田抵抗水旱灾害的能力增强了,农业生产也发展了,使粮棉的单位面积产量和总产量逐年有所增长。

目前我国虽已进行了大量的水利土壤改良工作,并取得了巨大的成就,然而还不能消除较大的水旱灾害的威胁,也还有许多耕地没有水利化。因此水利土壤改良工作必须贯彻执行“国民经济以农业为基础,全党全民大办农业大办粮食”的方针,高举总路线、大跃进、人民公社三面红旗,继续贯彻“三主”治水方针,巩固发挥水利土壤改良设施的灌排效益,根据条件继续扩大灌溉面积,为稳定和不断提高农作物的产量而奋斗。

## 第二节 制定水利土壤改良技术措施的原则

为了争取在大面积上取得农作物的丰产,并迅速提高耕作土壤的肥力,同时达到开发并经济利用水利资源的目的,在制定水利土壤改良技术措施时,应依据以下原则。



## 一、通过調节土壤水分状况,直接地和間接地滿足农作物

### 不同生長發育时期对各生活要素的要求

根据威廉士的植物生活要素同等重要和不可代替定律与李森科的阶段发育学說以及我国农业生产实践經驗,必須全面滿足农作物对各生活要素的要求。特别是在不同生长发育阶段的关键时期,滿足农作物对关键生活要素的要求,才能获得农作物的丰产。农作物在不同生长发育阶段和不同生长状况的条件下,对各生活要素的要求是不同的。同时,通过水利土壤改良技术措施調节改变了土壤水分状况之后,土壤的其他性状包括其他生活要素的状况也会有不同程度的改变。因此水利土壤改良措施的制定,必須以农作物在各时期对生活要素的需要和水利土壤改良措施对生活要素的控制調节作用的总结資料为依据。同时,在現有的、近期內可能利用的水利資源和水利設施的条件下,要在大面积农田上同时并充分滿足調节控制土壤水分的要求,必然会遇到要求調剂的水量很大与水利資源和水利設施条件不很够的矛盾。因此,水利土壤改良措施,还必须以地区內存在着的不同土壤、不同栽培措施、不同生长阶段、不同苗情、不同天情等等的差别的实际調查資料,結合对地区內所有的水利設施所具有的水量調剂潜力的調查資料为依据。从充分發揮水利設施的潜力出发,因时因地制宜地加以制定。此外,由于气候与水文条件各年有所变化,水利資源及开发利用条件亦逐年发展,还必须以对各年水利資源变化規律的調查資料为依据。結合对开发利用条件的发展的認識,作出发展水利土壤改良工作的近期和远景的安排。統一规划,分期实施。这样,才能做到充分利用水利資源,最大限度滿足农业发展的要求。

## 二、通过調节地区的地面水、地下水和土壤水分状况,消除引起

### 土壤状况不良的原因,迅速提高耕作土壤的肥力

地区土壤改良状况不良,土壤水分过多或过少,水利資源不足等等情形,除了与当地的自然和农业技术条件有关外,常常还与大区的水文地质、地形条件以及流域的农林牧措施有关。例如洼地积水,常常是地区的地形条件与来自周围地区的客水过多的結果。因此,要改善地区的土壤改良状况,消除水分状况不良的原因,充分开发利用地区的水利資源时,必須以当地及大区的各个地形部分的水文地质等及农林措施的資料为依据。研究这些条件对地面水、地下水和土壤水分状况的影响,同时考虑到采取水利措施后地区水文地质条件将会发生的变化,采取与大区統筹规划相适应的技术措施。例如为了大面积种植水稻制定水利技术措施时,应考虑当地修水庫及上游的水源条件,考虑到引用河水、修水庫蓄水等等的綜合措施以及种稻后对抬高地区地下水位的影響,制定出引水、蓄水、排水措施防止次生盐碱化。

## 三、采取綜合措施

为了爭取农作物丰产,迅速提高土壤肥力,在制定水利土壤改良措施时,必須考虑采取綜合措施,全面貫徹农业“八字宪法”,这样,才能使水利土壤改良措施更好地發揮其作用。如

在盐碱化較重的土壤上,不經冲洗脫盐,作物不能正常生长,或根本不能生长,我們必須先采用盐土冲洗措施。但为了巩固冲洗脫盐的效果,爭取农作物的丰产,根本改良盐碱土,必須采用一系列的綜合措施,如排水措施、林业措施和各項农业措施。

## 第二章 灌溉系統的規劃、設計及施工

### 第一節 灌溉系統的任务及其組成

#### 一、灌溉系統的任务

灌溉系統的任务,是按照作物的需水要求,从水源取水,然后将水引送到灌溉地段,并向灌溉田块配水,以便采用一定的灌水技术,满足作物灌溉制度的要求,将灌溉用水均匀地分配到田地里,因此,必須修建各級渠道和調节水位、水量的渠道建筑物,建立一套完整的灌溉系統。灌溉系統是保証灌溉制度执行的物质基础,是采用合理灌水技术的条件。为了能根据农作物需水时期和需水量进行取水、引水、輸水和配水,灌溉系統不单是消极地从水源取水,而必須: ①对水源供水状况进行調节; ②对水位和水量有控制、調节能力; ③防止多余的水量侵入,特别是洪水的侵入,以免冲毀渠系; ④防止顆粒較大的泥砂流入渠道,引起渠道的淤塞; ⑤控制流速,以利防冲防淤。在我国雨季常需排水的地区,尚需配合灌溉系統,修建相应的排水系統,防除涝害。

#### 二、灌溉系統的組成

一个完整的灌溉系統,可分为三个部分:

(一)水源和渠首取水樞紐 在渠首取水地方,建立取水樞紐,并按照用水計劃的要求,从水源引入必要的水量以滿足用水的需要。

(二)輸水配水渠道系統 它的任务是将渠首引入的水量有計劃地輸送和分配到各級渠道,然后流入各个田块中。这类渠道是常年保存着的,所以又称为固定渠道,并在固定渠道上建筑有各种調节水流的建筑物来完成輸水和配水任务。根据我国的习惯,常把这类渠道分为总干渠、干渠、支渠、斗渠、农渠和毛渠;由于毛渠在每年耕地时毀掉,灌溉时修复,所以不列入此类,而列入田間灌溉网之类。如图 2-1。

由于灌溉面积和地形条件的不同,渠系分級也不完全一致。一般常用的渠道級別有干、支、斗、农、毛五級或干、支、斗、毛四級。

(三)田間灌溉網 田間灌溉网的任务,是調节土壤水分状况,保証作物正常生长发育时水分和与水相关的肥、气、热等因素的需要。田間灌溉网包括毛渠、輸水溝和畦(或龍溝)等。这类渠道需要每年进行开挖和填平,所以称为临时渠道。



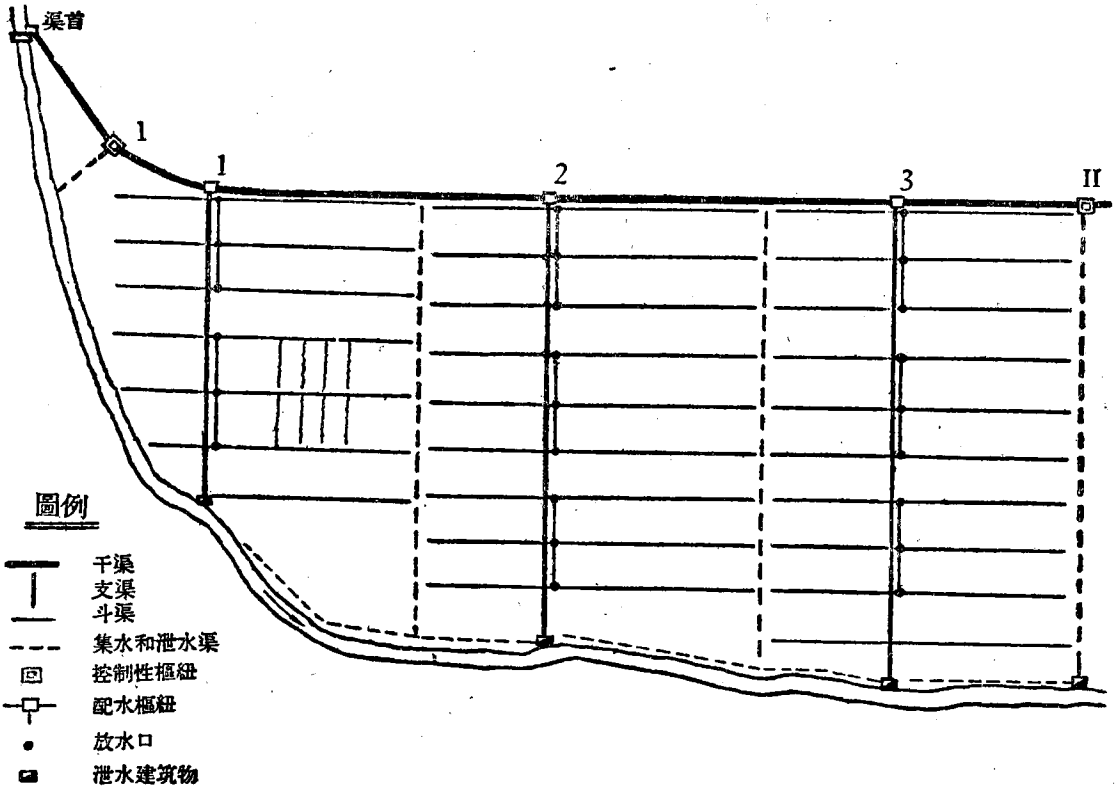


圖 2-1 大型渠道灌溉系統和建築物

## 第二节 开辟水源，灌溉农田

### 一、水利资源的全面规划与综合利用

我国解放以来，特别是人民公社化以后，农业生产建设上起了巨大的变化，兴修水利事业，由过去分散而零碎的做法，走向有计划的合理规划水利资源的道路，减免了在一条河流上常常引起的上下游和左右岸的用水矛盾，改变了许多地方“山上开荒、山下遭殃”，“上排下淹”，“水灾搬家”等水利建设不合理的现象。

水利规划工作应贯彻以下几点精神：

(一)本着“以蓄为主，蓄而用”的原则进行全面的水利规划，把天上的水蓄起来，把河水的水拦蓄起来，把地下的水挖出来，相互结合，相互调节，以达到旱涝保丰收的目的。在具体规划过程中，应当从山区到丘陵，从丘陵到平原，从平原到洼地，从河流的上游到河流的下游，使每一个地区，每一个流域得到统一的安排，合理的布局。

(二)从农业生产出发，应当贯彻逐步发展的精神，使长远规划与当前农业生产的需要和可能结合起来，以便保证农业获得稳定的丰收。

(三)应当本着改造和利用的原則,根据不同情况,采用不同治理方法,达到因地制宜,綜合利用。

近几年来,我国就是根据上述原則,在山区和丘陵地区,大力开展水土保持工作,有计划地封山育林、修梯田、筑谷坊、建水庫、挖池塘,实现蓄水保土,改变山区和近丘陵地区的水分状况和农业面貌。在平原地区修建平原水庫和灌溉系統,实现水利化达到旱涝保丰收。在低洼易涝的地区,采取蓄、排措施和与洼改相結合的改种措施,达到利用与改造相結合。如修筑围埝,适当地縮小洼淀积水面积扩大耕地面积,实行因地制宜的种植措施,深水区养魚栽蒲,浅水区种淀稻,易涝过水地区种早熟作物,多种經營,高产多收。在河流上游修建数以千計的小中大型相結合的水庫,把河流的水节节攔蓄起来,发挥河流水源的巨大威力。在华北、西北、东北、华中部分地区,大力鑿井开泉,挖掘地下水源,为了旱涝双保险的这些水利工程已在我国取得巨大的成績。

## 二、灌区水利规划工作程序

在进行大面积的一个流域的水源开发和利用时,应根据上述原則考虑。如果具体到某一地区的灌溉水源和灌区的规划,則应当按下列程序进行工作。

### (一)了解农业生产情况

1. 根据国家计划和本公社生产大队的需要所規定的生产任务。
2. 种植计划: 如作物种类、种植面积和分布情况。
3. 产量: 如一般年、受灾年和丰收年的单产、总产,今年的计划产量。
4. 自然条件与生产条件: 如地形情况、土壤肥力和农业利用情况,农业劳动力人数,农业机械化程度,农业技术水平等等。
5. 当地在抗旱、除涝和农业生产上的經驗,当前农业生产中的問題以及对农田水利建設的要求。

### (二)研究水源情况

1. 水源种类: 河流水源、地下水源和地面逕流水源。
2. 适宜灌溉方式: 自流灌溉或提水灌溉。
3. 水源的調节能力: 自人工水庫中引水和自天然河流中引水所具有不同的調节能力。
4. 水源的供水情况: 水源供水量,枯水季节的水位和流量等資料。

(三)計算該区的用水情况 各种作物的需水情况(灌溉定額)以及渠道的輸水損失等等。

(四)确定可能發展的灌溉面积和灌溉的范圍 在研究灌溉范围时,应区分自流灌溉面积和提水灌溉面积,灌溉总面积的用水量与来水进行比較,求得水分余亏情况。如水量不足,則考虑在河上修建水庫,攔蓄雨水,供給枯水期使用。如有余水,則考虑扩大灌溉面积或給下游加以利用。

(五)确定渠系的布置方案 做出几种渠系布置方案,进行經濟上、技术上的比較,以便选优采用。

(六)与其他国民經济事業相結合 如水力发电,渠道的通航,城鎮的供水以及人民公社的工业、副业、林业和漁业等等。

(七)計算工程数量、造价以及在生产上的效益

(八)本工程中存在的問題

(九)在农田水利规划設計过程中,应当紧紧依靠当地党委的领导和依靠羣众,虚心学习羣众向大自然的斗争經驗,以便选出适合于当地生产条件和生产需要的設計方案。

(十)交出农田水利规划、設計成果

- 1.水利规划圖: 1/5000—1/10000 比例尺的平面布置圖。
- 2.工程规划圖: 1/5000 比例尺。
- 3.渠道設計圖。
- 4.說明书。

### 三、各种水源情况

#### (一)地表逕流

1.河水水源: 遍布于全国較大的河流有1,600条,年平均总水量有26,808亿立方米,水量既充足,分布又极广,所以这种水源是最大、也是最有发展前途的。

在利用河水作为灌溉水源时,必須考虑到綜合利用大河流的水利資源,而不是仅仅考虑到灌溉。因为它在国民經济中的各个方面都起着重要的作用,例如水力发电、航运、水产和灌溉农田等。河水水源的特点之一乃是流量大。但流量随季节性变化也很大,例如黄河在洪水期与枯水期的流量相差很大,达一百几十倍。为了充分利用河水資源,就必须进行流量的調节。調节流量的主要方法乃是根据河流水文資料的分析研究来修建水庫,利用水庫把洪水攔蓄在水庫之中,供枯水时期使用。河水的另一特点乃是含砂量較大,特别是在洪水时期,河水含砂量最大。因此,在灌溉工程設計中应当考虑到河水中含砂物质的利用和防止問題。

2.地方地表逕流水源: 地方逕流是指降落在灌区以內或灌区附近的雨水,而未被土壤滲吸的部分。这部分水在当地加以攔蓄利用,其好处有以下几点:

①增加灌区来水量,增强灌区抗旱力和扩大灌溉面积,同时也使河水水源在更广泛的地区內发挥作用。

②減輕地表逕流所引起的水土流失,从而減輕了河道的淤积和河流的洪峰影响。

③減輕了或消除了低窪地区的瀝涝灾害。

所以这类水源的利用無論从除害还是从兴利來說,都具有重大的生产意义。

地方逕流利用的方式可分为三种类型:

①推行水土保持,把地面逕流分散地积蓄在田間。

②修建塘、坝、水庫等蓄水建筑物,把地方逕流聚积起来。

③使地表逕流与河流水源結合在一起,成为河流水源的輔助水源。例如湖北、湖南、云

南等地的長藤結瓜式的灌溉系統，就是利用了這種方式。

**(二) 地下水源** 地下水一般是分層貯蓄的，含水層砂礫石愈大，砂礫石層愈厚，砂礫石層埋藏愈深，則井水的出水量就愈豐富，水位就愈穩定。

利用地下水灌溉，可以降低地下水位，防止土壤沼澤化和鹽鹼化。在灌溉地段上可以不必修建很大的建築物和很長的渠道，能減少輸水損失。地下水中不含泥砂，所以灌溉網不致淤積。水源比較可靠，可以隨時供水，便於實行勤澆、淺澆。但地下水水溫比較低，有的地區的上層地下水礦質化程度比較高，這些對於作物生長發育和土壤有些不良影響。但是，一般來說，這種影響不是主要的，而且有些是可以克服的。例如改變井水水溫。

1. 尋找地下水源的方法：尋找深層的地下水源，多用鑽探機或電測儀器探測，根據探測結果製成水文地質圖，供打深井時選擇井點和布置井點位置所用。打淺井時可不用水文地質圖，採用羣眾尋找地下水源的办法效果也很好，例如

①羣眾經驗：“兩山夾一嘴，嘴頭必有水”，在這種地形的地方找水是成功的。

②在山勢起伏連綿，草木生長茂盛，並且這些草木抗露御寒能力較強的地區都有泉水。

③羣山環一窪（河谷盆地），岩性為石灰岩或水成岩，山石向一面傾斜的地區，亦能挖出泉水。

④春季樹木發芽早，野草發育早，旱天不枯萎，顏色特別嫩綠的地區。

⑤已干枯的河床或池塘，在其底部開挖，大多有水源。

⑥喜水植物（藻類、馬蓮、蘆葦）生長的地方，地下水可能很淺，水量也很豐富。

2. 地下水的分類：地下水分類的方法很多，現介紹兩種主要的分類如下：

(1) 按水頭性質劃分：①有壓水：含水層有不透水層夾住，水在透水層中流動，這種水源的補給區均在較高較遠的地方。開鑿以後可形成自流井或半自流井。②無壓水：含水層的上層沒有不透水層，地下水水面與河裡水面一樣，具有自由水面。

(2) 按埋藏條件分：①表層水。②潛水（地下水）：潛水是井灌最密切的一種水。它埋藏在穩定的不透水層之中，水面為不承壓的自由水面，水因重力影響，產生由高到低的水平流動。水位隨季節的不同而不同，雨季水位高。如圖 2—2K<sub>2</sub> 的情況。③層間水（有壓水），如圖 2—2K<sub>3</sub> 的情況。④裂縫水與隧洞水：均為岩石中的儲水，水源保證情況很不一致，裂縫溝通後，可以增大水源的保證率。

**(三) 城市污水** 隨著人民生活水平的提高，隨著工業基地的發展，水的消耗量在增大，污水的排洩量也急劇的增多。利用污水作為灌溉水源是解放後逐漸發展起來的，目前在我們的北京、上海、天津、濟南、武漢、廣州等城市的近郊，不僅大力發展了污水灌溉面積，擴大了利用的範圍，而且廣泛地開展了有關利用污水的科學研究工作。

城市污水的特點是在含有大量的植物營養物質，所以灌溉農作物時，不僅滿足作物對水分的需要，而且有施肥的作用。灌溉適宜，均能得到顯著的增產。但是污水的來源不同，其中含有的物質是有所不同的。在灌溉中除了大部分有利於作物生長外，也有有毒物質不利於作物的正常生長。工業廢水中的有毒物質如酚在廢水中就是比較普遍而且毒害較大。從

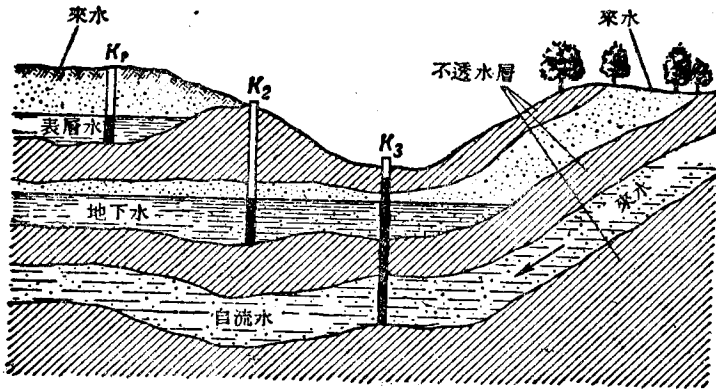


圖 2-2 地下含水層与地下水的关系

总的来看,利用污水发展灌溉不仅增产和提高土壤肥力,同时也大大减少了污水流入河中对河水的污染,这对人们健康是有重要意义的。

### 第三节 渠首取水枢纽

#### 一、河水灌溉的取水枢纽

取水枢纽,通常是指渠首的全部建筑物和渠首处的一段河道,以及渠首闸(进水闸至节制闸的一段干渠)。

取水枢纽随灌溉水源情况的不同而采用不同的取水形式和结构。由河流水源上取水时,可采用无坝提水枢纽、有坝取水枢纽和扬水取水枢纽。取水枢纽应达到以下几点要求:

①能保证按照灌区用水计划自河流引入必要的水量来满足农作物全生育期的需水要求。

②满足农作物灌溉用水的同时,还必须照顾其他用水部门对河流水源提出的要求,如利用水能发电、航运等。

③应当有防止洪水侵入渠道冲毁的渠系建筑物和泥砂涌入渠首段淤积渠首的安全设备。

(一)无坝渠首 这是一种最简单的(取水枢纽)渠首工程。在大型河道上运用很广,如黄河上的宁夏自治区青铜峡渠首、河南人民胜利渠首均为无坝渠首。使用这种渠首的条件是①河中流量较大,而且水位比较稳定。②水位高就能经常保证灌溉用水的要求。使用无坝渠首其优点是工程费用较小,其缺点是缺乏任何控制流量和水位的能力,完全借渠底高程低于河中水位自河中引水(图2-3和2-4)。

在过去技术水平不高,人们尚不能在河流上筑坝时,为了控制水位和流量,我国劳动人民在2,200多年以前就创造了都江堰无坝取水工程。都江堰在四川省灌县城西北,岷江流经的地方,在天然的滩脊上,修筑了“分水鱼嘴”(也叫“石鱼嘴”或“都江堰嘴”),它形状像鱼嘴



圖 2-3 一首制渠首示意圖

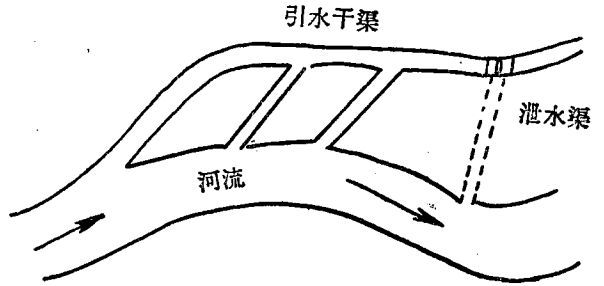


圖 2-4 多首制渠首示意圖

迎向岷江,使水从两边分流。紧接着“魚嘴”的兩側,筑有堤坝,隔离了內江和外江的水道,魚嘴和堤坝都是分水工程中的主要部分,在內金剛堤的南面,筑了一座湃水坝,又叫“飞砂堰”,堰的高度和內江灌溉区的需水量有关,水过多时,內江的水便翻过飞砂堰,流到外江中去。都江堰是我国历史上有名的無坝引水工程,它能灌溉农田达300多万亩,使成都、灌县一带由年年季节性的水旱灾害轉变成古来就号称的“天府之国”(圖2-5)。

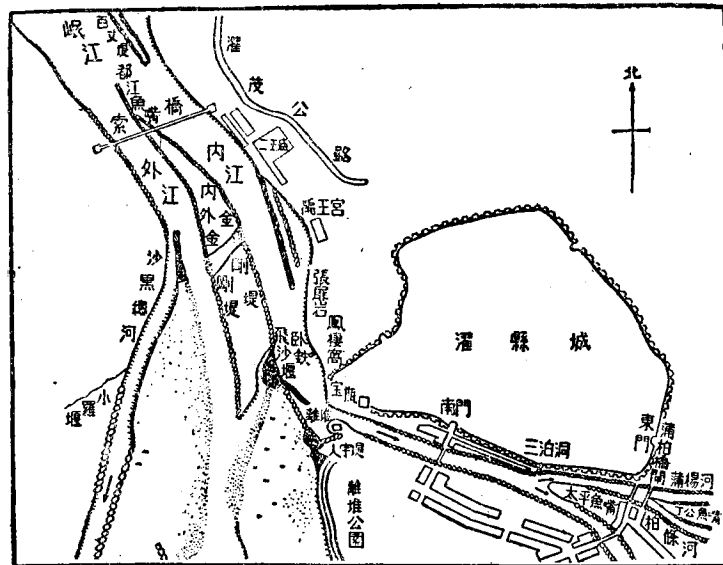


圖 2-5 都江堰無坝取水樞紐工程示意圖

(二)有坝渠首 有坝渠首的最大优点就在于它能摆脱天然河水水位的不稳定对渠首的影响,由于筑坝以后抬高了河水水位,因而可以縮短引水干渠的长度。但造价較高,为了降低造价,选择坝址是具有头等重要意义。一般有坝渠首由以下工程建筑物組成。如圖 2-6。

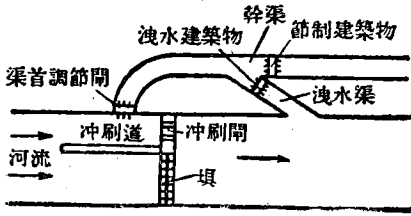


圖 2—6 有壩渠首平面示意圖

- ①壩：起控制河中水位不受自然变化的影响。
- ②进水閘：调节进入渠中的水量。
- ③冲刷閘：冲洗进水閘前冲刷道中沉积的泥沙。
- ④洩水渠：排洩渠道中多引入之水量，或作为沉砂时的洩水建筑物。
- ⑤異流牆：起约束水流及攔砂的作用。
- ⑥冲刷道：起緩慢水流沉积大顆粒泥沙的作用，一般較进水閘底低 0.8—1.0 米，使进水閘能取表層水流。

壩起着除害兴利的作用，从壩的功能來說，可分为：①蓄水壩，②壅水壩。根据使用的材料性质不同，壩可分为木壩、土壩、混凝土壩、鋼筋混凝土壩、石壩等。

(三)提水灌溉取水枢紐 当灌溉水源低于灌溉地段时，用無壩渠首取水，河道比降平緩，不易取得水头而自流灌溉；或者是采用有壩渠首取水 又没有适宜筑壩的地质或地形条件时，就应当考虑机械揚水灌溉。从圖2—7中可以看出，采用揚水灌溉能够縮短淤渠輸水段的长度，减少开挖土方的数量。不过，机械揚水灌溉必須修建揚水站，借助动力抬高水位，經常的消耗能量，因此揚水灌溉比自流成本高(圖2—7)。

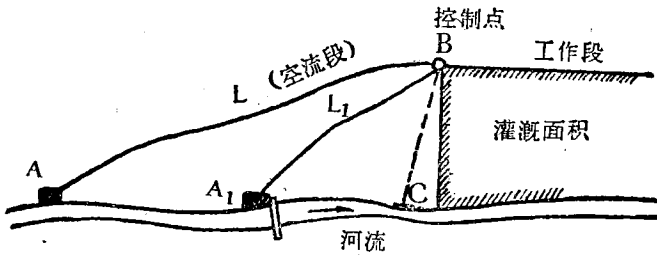


圖 2—7 河中引水的三种方式  
A. 無壩引水；A<sub>1</sub>. 有壩引水；C. 机械揚水。

揚水站(抽水站)根据河水的特点，在布置上和安装类型上也有所不同(圖2—8)，适用于有泥沙河流上，在河岸上設置取水建筑物①，沉砂池②，进水閘③，抽水站④，压力水管⑤，靜水池⑥。如含砂量很小，則只有抽水站④压力水管⑤和靜水池⑥。

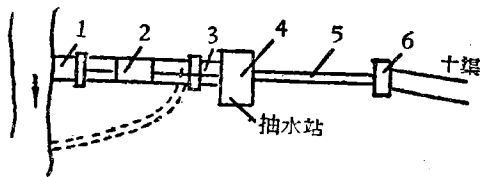


圖 2—8 揚水站渠首平面布置圖

又由于河水变化不同，抽水站类型又分为明式抽水站、探式抽水站、移动式 和浮式抽水站。

## 二、地表逕流的取水枢紐——修建池塘和小型水庫等

(一)池塘 淮河流域和淮河以南的广大地区，年降雨量都在700毫米以上，修建池塘蓄水，南方的水稻田絕大部分依靠这种水源灌溉。池塘一般多修建在丘陵的低窪处，或在平地上进行开挖，但必須注意水源問題，应多开引水溝或坡地的截流溝，使附近的水尽量流入塘



里來。

(二)小型水庫 小型水庫多修筑在小河、山谷、山澗和較大的溝壑上,主要是靠筑坝來攔截逕流,是發展小型農田水利的重要措施。

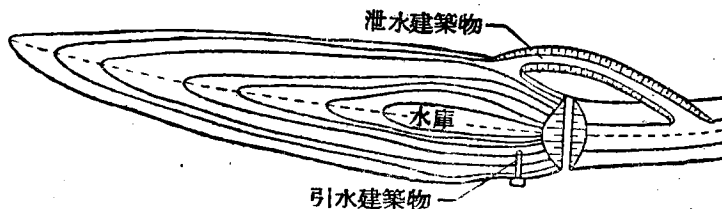


圖 2—9 小型水庫平面圖

小型水庫的組成,主要包括坝、溢洪道、放水管三個部分,(圖 2—9)。

### 1. 小型水庫庫址和坝址的選擇:

(1)水庫地址應具備容積大、出口小、可容納很大水量的地形,出口小可使坝的長度較短,節省工程費用。

(2)水庫的地層和土質要滲透性小,能減少水量的無益損耗。

(3)水庫以上必須要有一定的積水面積。積水面積是關係到來水量的多少問題。在設計時,要使積水面積、水庫容積和下游控制的灌溉面積,三者應配合。

(4)山谷兩岸不應過陡或易沖刷滑塌,如岸邊太陡,則土坝的端部容易發生裂縫,引起土坝決口的情况。

(5)希望在庫址範圍內有地下涌泉,使水庫有補充水源,增大來水量。

(6)如果水庫蓄水除灌溉農田外,還要供給居民飲用,則水庫位置應選擇在居民點以上的地形部位上,以免污水流入水庫。

### 2. 水庫容積的計算:

(1)估計來水量: 水庫的來水量決定流域面積與逕流係數,當缺乏實際資料時,可參考下式計算。

每月的來水量(公方)=月雨量(毫米)×月逕流係數×集水面積(平方公里)×1000。

式中月雨量的求法應按75—80%的來水保證率取得,逕流係數按各地區具體採用。

表 2—1 暴雨逕流係數參考表

地 形	草 木 茂 盛	有 草 樹 少	草 木 稀 少
平原地帶	0.4	0.5	0.55
地面微有起伏,坡度較小的	0.45	0.55	0.6
丘陵地帶,地質滲漏小的	0.45	0.55	0.65
山嶺地帶,地質滲漏大的	0.55	0.65	0.75
山嶺地帶,地質滲漏小的	0.65	0.75	0.85

附註 1. 拔海高程 400 米以上為山嶺, 100—400 米為丘陵, 100 米以下地勢平坦, 面積在一萬畝以上的以平原計;

2. 石山地勢陡, 又無樹木, 而集雨面積在 10 平方公里以內的增大 10%。

逕流系数可参考表 2—1, 集水面积由实测求得。

(2) 估計庫容量: 在確定填址以后, 水庫的容积可在等高綫的地形圖上求得。計算方法是先求出各等高綫所包含的面积  $F$ , 再用相鄰二綫的平均面积乘其垂直距离即得二綫間的容积, 全部面积之和即水庫的容积  $V$ 。

$$V_1 = \frac{1}{3} h \times F_1 \dots\dots\dots (\text{最低处等高綫內水层体积})$$

$$V_2 = \frac{1}{2} h (F_1 + F_2) \dots\dots\dots (\text{两条等高綫內水层体积})$$

$$V_3 = \frac{1}{2} h (F_2 + F_3) \dots\dots\dots (\text{两条等高綫內水层体积})$$

$$V_n = \frac{1}{2} h (F_{n-1} + F_n)$$

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots\dots V_n \dots\dots (\text{水庫总容积})$$

(3) 垫底庫容: 地表逕流流入水庫的同时, 挟带泥砂一同流入庫中沉入庫底, 因此, 应設垫底容积以保証水庫的使用年限。一般垫底容积不小于 1.5—3.0 米。

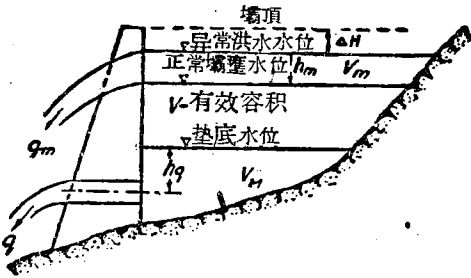


圖 2—10 水庫基本要素示意图

(4) 有效庫容: 水庫的有效容积是指由垫底水位至正常水位之間的水庫容积。(圖 2—10)。

水庫中水分蒸发損失可以根据当地气候資料估算, 庫底的渗透損失則根据水文地质条件而定。一般地质条件下的水分渗透損失占全部的 10—20%/年。

### 3. 土坝設計:

(1) 土坝是水庫最重要的組成部分, 大躍进以来, 羣众修建了許多小水庫, 多半是采用土坝攔水。土坝种类也很多, 其中最通用的有以下几种(图 2—11):

均匀土质坝: 整个坝体是用相同的土料筑成的。該土质应具备不透水性。

組合土质坝: 在上游部分, 用渗透性小的土质, 如壤土, 在下游用透水料如砂、礫石等。

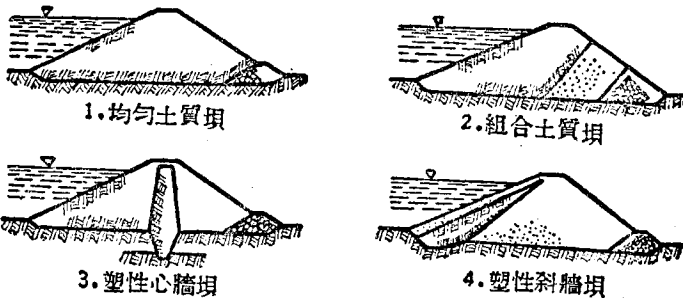


圖 2—11 各式土坝