

水利土壤改良学

李平延 周志远著

水利电力出版社

前 言

本書原由南京水利学校李平延同志編写，前水利部教育司推荐为各水利学校試用講义。为了满足各校教学需要，現由我司向水利电力出版社推荐作为教科書出版。書中排水部分改用了天津水利学校周志远同志編写的講义，总称为水利土壤改良学。希各校在使用过程中，不断提出意見，函告出版社，以便进一步修改。

水利电力部教育司

1958年7月

目 录

緒論	5
----------	---

第一部分 灌溉土壤改良

第一章 灌溉的基本知識	12
第一节 灌溉对于植物发育的外界环境及其产品品质与产量的影响	12
第二节 灌溉水的质量	14
第三节 灌溉的类型	14
第四节 灌溉系統	15
第二章 农作物的灌溉制度	16
第一节 灌溉制度的意义与制定灌溉制度的方法	16
第二节 农作物的田间需水量	17
第三节 农作物生育期内需水量的变化	19
第四节 根据土壤水分变化情况设计灌溉制度	19
第五节 灌溉試驗的基本內容	23
第六节 总结当地农业劳模的灌水經驗是制定灌溉制度时的重要依据	26
第七节 几种主要旱作物的灌溉制度的介紹	27
第八节 水稻的灌溉制度	27
第三章 灌水技术	31
第一节 灌水技术的任务及地面灌溉灌水方式的选择	31
第二节 土壤浸潤的理論	32
第三节 水稻田淹灌法	34
第四节 畦灌法	35
第五节 溝灌法	39
第六节 平整土地	42
第七节 地面灌溉各种灌水方式的比較	43
第八节 人工降雨和地下灌溉的概念	44
第四章 田间灌溉网	47
第一节 农业生产的集体化与机械化对于田间灌溉网的要求	47
第二节 旱作灌区的田间灌溉网	50
第三节 水稻灌区的田间灌溉网	53
第四节 田间灌溉网上的设备	57
第五章 灌溉用水計劃	58
第一节 农业生产的組織与灌溉用水的关系	58
第二节 灌溉用水模数	59
第三节 渠系灌溉水的有效利用系数	63
第四节 用水計劃	65
第六章 灌溉的水源	68
第一节 河流水利資源的綜合利用与流量調节的概念	68

第二节	灌溉面积的确定	72
第三节	最适保证率的确定	74
第四节	河流来水过程与灌溉用水过程的配合	77
第五节	当地地面径流的利用	79
第六节	地下水的利用	82
第七章	取水枢纽	83
第一节	河流上的取水枢纽	83
第二节	无壅渠首	84
第三节	有壅渠首	89
第四节	自水库取水的建筑物	93
第八章	灌溉系统	94
第一节	干渠的布置	95
第二节	配水网的布置	97
第三节	泄水网与排水网的布置	100
第四节	各级渠道的设计流量	100
第五节	渠道的纵横断面设计	105
第六节	渠道断面结构设计	114
第七节	防止渠道的渗漏和变形的措施	116
第八节	灌溉系统上的建筑物	117
第九节	量水设备	119
第九章	鹽碱土的改良	122
第一节	鹽碱土对于植物的危害	122
第二节	鹽碱土的形成及其分类	122
第三节	我国鹽碱土分布概况	124
第四节	用农业技术措施改良鹽碱土	125
第五节	鹽渍土的冲洗	128
第六节	碱土的改良	128
第十章	儲水灌溉和滴漫灌溉	129
第一节	儲水灌溉的意义和作用	129
第二节	儲水灌溉的灌水定额和供水图表	130
第三节	儲水灌溉的灌水方法	132
第四节	滴漫灌溉的意义	132
第五节	滴漫的结构	133

第二部分 排 水

第十一章	排水的基本知識	135
第一节	排水土壤改良的任务	135
第二节	我国的农田排水	135
第三节	土壤过份湿润的原因及需要排水农地之类型	136
第四节	排水方法	139
第五节	排水土地对排水的要求及排水系统之組成	141
第十二章	明排水网	143

第一节	明排水网之佈置	145
第二节	排水溝的間距和深度	147
1.	排除地面水时排水溝之深度及間距	148
2.	排除地下水时排水溝之深度及間距	149
第三节	排水溝道的縱橫断面	152
1.	明溝調節網	152
2.	輸水溝道	153
第四节	排水系統的建築物	158
第五节	排水地上的道路	159
1.	永久性道路	159
2.	临时性道路	160
第六节	截水溝	160
第十三章	暗溝排水	161
第一节	暗式排水溝之布置及其类型	162
第二节	暗排水溝的間距和埋設深度	163
1.	暗排水溝的數目 深度	166
2.	暗排水溝的間距	166
第三节	暗排水溝道的縱橫断面	168
第十四章	排水系統的容泄区及其导治	170
第一节	概論	170
第二节	容泄区的导治	171
1.	河床的裁弯取直	172
2.	容泄区的疏浚及加深	172
3.	河床上的丁壩和順壩	173
第三节	容泄区的減流	174
第四节	降低蓄水池的水位	175
第十五章	灘地及窪地的土壤改良	176
第一节	河灘地的类型及其在排水土壤改良方面的特点	176
第二节	灘地上的筑堤	178
第三节	河灘地的排水系統	180
第四节	窪地之类型及窪地改造	180
第五节	灘地和窪地上的放淤	184
第十六章	排水土地上的湿润措施	185
第十七章	其它类型排水	186
第一节	生物排水	186
第二节	抽水机排水	187

緒 論

第一节 我國的自然概况

我国位于亞洲东部，面积共計 988 万平方公里，約占亞洲面积的 1/5。全国絕大部分在溫帶范围。地势西部高东部低，向太平洋傾斜。我国多山，各种地形占全国面积的百分比略如下表：

地形类别	平 原	盆 地	丘 陵	高 原	高 山
面积(万平方公里)	118	188	99	257	324
百分比	12	19	10	26	33

由于地理位置和地形的特点，我国气候情况比較复杂。降雨量和气温的地区差异和季节变化都非常大。就气候的季节变化而言：我国大部分地区气温年較差在 $20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 之間；由于受季候风的影响雨量多集中夏季（占全年雨量50%上下），冬季則雨量很少（占全年雨量10%上下）。就地区的差异言：如果沿大兴安嶺西坡南行經燕山山脉，河套，大盤山、兴隆山的北坡再穿过昌都以北划一条綫，則此綫以东的年雨量一般均在350公厘以上，干燥度（年蒸发量/年降雨量）在2.0以下，愈向东南越为湿润，我国90%以上的耕地和人口均集中在本区域内；在此綫以西则为干燥区，多屬沙漠和草原，雨量少，大部地区年雨量在100公厘以下，有些地方几乎終年无雨。以淮河干流和秦嶺为界：界限以北通常称为北方，年雨量750~350公厘、气温年較差 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，无霜期短（华北平原約220天，东北和西北地区则为130~100天）为我国主要的旱作物区；在界限以南，通常称南方，年雨量在750~2,000公厘之間，气温年較差較小，在华南約 15°C 上下，長江流域为 $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 左右，无霜期在長江中游为270~280天，在华南和四川盆地則終年霜雪罕見，为我国的主要产稻区。

由于气候上的差异，我国农作物的栽培制度有着显著的地区性。自东北大兴安嶺起，經內蒙的呼和浩特、河套平原的北沿，甘肃銀川平原的西沿及蘭州附近，四川岷江上游，至云南的西北部，为我国农牧区的一个大致分界綫，其西北主要为牧区，东南为农区。在农区根据雨量和溫度的不同，大体上又可分作四区：南嶺山脉以南，年雨量約在1,400~2,000公厘終年无霜，年可三熟，作物以水稻为主；南嶺以北，淮河以南，年雨量1,000公厘以上，无霜期超过10个月，年可二熟，作物以水稻为主，小麦豆类及油料作物次之；淮河以北，長城以南，年雨量在500公厘以上，无霜期有200~250天，除灌溉地年可二熟外，一般旱地都以小麦和杂粮倒茬，二年三熟，本地区为我国的主要产麦区；長城以北年雨量在350~900公厘，全年无霜期不足五个月，为一年一熟区，作物以豆类，杂粮和春小麦为主。此外在牧业区尚有部分兼事农业的。

我国絕大部分农业区处于季风帶內，由于季风影响雨量大部分集中夏季，因而易于发生春旱、秋旱和夏涝。同时由于历年季风的强弱不同各地降雨的年变率和季节变率均很大，就年变率而言內陆各地最大年雨量常为最小年雨量的3倍以上，华北甚至达六倍

左右，西北尤甚，如太原21年雨量记录中最多兩年（702公厘）为最少兩年（45公厘）的16倍，夏季降雨的变率有些地方尤为悬殊，华南最多夏季降雨为最少夏季降雨的3倍多，华中二者的比数为5:1至10:1，华北10:1以上，西北甚至可达20:1，这样大的变率对农业生产极为不利，是历史上水旱灾害的重要原因，根据史载我国自公元前206年到1936年共2,142年間发生过较大水灾1,031次、旱灾1,060次，几乎每年平均有一次水灾或旱灾。

我国的土壤，南方为红壤土区，多呈酸性反应，北方多褐土及浅色草甸土，呈中性及微碱性反应，向西逐渐干旱以至漠境向东南止于红壤，东北地区多属灰化土及黑土，南方地区多种植水稻而形成不同程度的沼泽化土壤，少有鹽渍化問題。北方河谷平原及华北大平原多为浅色草甸土，土壤呈碱性反应，含有不同程度的鹽分，有的已成鹽土，濱海地区多为鹽土。

我国現有耕地面积约为16.8亿亩，其中平原地占52.4%，山地丘陵占42.9%，低洼地占4.7%。我国可耕荒地约15.5亿亩，其中条件较好的大片可垦荒地约4.3亿亩，东北有1.5亿亩、西北有1.6亿亩、内蒙有5千万亩、中南及西南有4千万亩、沿海有3千万亩。此外在人口密集地区尚有零星小片可垦荒地约2~3亿亩，在現有耕地中有灌溉設施的土地为5.2亿亩。

以上对我国的自然概况，农业区划、水旱灾害及其发生原因，作了梗概的說明。那末作为改造自然的偉大事业組成部分的农田水利事业它的作用和业务范围如何呢？过去我国人民如何和自然作斗争，为我们留下了那些光輝的遺產？解放后，我国人民在中国共产党领导下和自然斗争的規模，取得了那些丰碩的成就？未来——农业发展綱要所规划的12年內和第二个五年計劃期間，农田水利事业將以怎样的步伐前进，苏联給我們的榜样如何？以什么为指导思想才能够順利的开展日常工作？下面將扼要的說明。

第二节 农田水利事业的任务

农田水利事业的任务是：以水利技术为手段，結合农业技术和植造林，改造对农业不利的自然条件，防止自然灾害的侵襲，扩大农牧业生产基地，不断提高土壤肥力，保証农业获得稳定的和不断提高的产量，业务范围如下：

1.改旱地为灌溉地，改旱作物为灌溉作物或水稻。

2.改善旧灌区：

甲、增加水源，提高灌溉保証率以稳定农业生产或增加复种面积。

乙、改善管理措施，采用合理的灌水定额和灌水技术，提高灌溉水的有效利用率，扩大灌溉面积。

丙、采用技术措施改良受灌溉影响的鹽渍化土壤。

3.防洪：防止江河洪水泛濫或海潮侵襲对农业造成損害。

4.防涝与排涝：加速地面徑流不使过久停滯以免为害。

5.沼泽化农田的排水以增加农业生产。

6.为开垦荒地而建立灌溉、排水措施。

7.水土保持：

甲、防止土壤肥沃的表層被暴雨冲失。

乙、防止溝壑割切耕地，正确的开垦溝壑陡坡扩大耕地面积。

丙、控制和攔蓄地表徑流作为灌溉和飲水的水源。

8. 向荒漠地区引水，作为生活用水和畜牧用水、发展畜牧业。

9. 建立中小型水电站，利用廉价电力，使个别农业生产项目机械化，提高劳动生产率，在这一意义上講也是农田水利的业务。

国家綜合性的水利工程服务对象是多方面的，如建立大型水电站作为工农业的动力基地，正治河道和开凿引河建立引水和运输的航道，修建大规模的防洪工程，防护农田和主要村鎮受洪水的威胁，建立水源，供給城鎮居民和工业用水以及农业用水，由此看来，农田水利工程必須服从水利資源綜合利用的原则，这样才能最有利于国民經济的发展，也唯有如此农业的发展才能得到国民經济的各部門最有力的支援。

第三节 我國歷史上水利事业的伟大成就，旧中國社会制度对 发展水利事业的束縛

农业是我国人民几千年来取得生活資料的最重要方式，因此战胜水旱灾害，保障农业生产就成为劳动人民向大自然斗争的主要内容，黃河流域是中国人民的搖籃，然而黃河却是个性格凶暴的河流，人民在征服黃河的斗争中所建立的兩岸长达1365公里的大堤象征着中国人民不畏艰难险不避辛劳的偉大气魄，我国的水利工作者所倡議的治河方法——如汉朝王景治河（公元69年）采取了修堤护岸和疏浚的方法。元朝賈魯治河（公元1351年）用分导各股河流，浚深淤塞河道，堵塞决口并巩固堤岸等方法。明朝潘季訓主張：“塞旁决以挽正流，以堤束水，以水攻沙”。著名的水利專家李仪祉在1931年倡議，“导治黃河宜重上游”，主張在西北黃土高原上广开溝洫，溝壑里多修谷坊；在山西、陝西、河南各省支流上修建水庫，攔蓄洪水，下游則固定中水河槽。这些倡議在当时的历史条件和技术条件下是和洪水搏斗的有效方法，是我国治河史上的光輝遺產。

河运方面远在秦始皇32年（公元前215年）就开凿了連結湘桂的灵渠，隋朝修通的南起杭州北迄通州的大运河更是南北交通的大干綫。

灌溉事业上：大型的灌溉系統如战国时代秦修郑国渠成为秦霸七雄的物質基础，秦惠王灭蜀，派李冰当蜀郡守，当地人民在李冰父子的领导下修成的都江堰灌溉工程，灌溉着成都平原10数县500万亩土地，兩千年来都江堰一直良好的哺育着当地人民，使成都平原“水旱从人，不知飢饉”号称“天府”之国。又如宁夏平原自秦汉至明清，历代均有水利实施，旧时遺留下的灌溉渠道能灌田万亩以上的有26道，可灌田250万亩；由于水利事业发达，小麦与水稻均宜种植。遂使宁夏有“塞北江南”之称。

在利用地面徑流蓄水灌田方面各地有所謂“陂”、“塘”、“堰”、“壩”等名称，利用地下水方面則有凿井、引泉、坎井等形式，在水土保持方面我国人民有极其丰富的經驗如溝洫，梯田，谷坊，等高帶狀間作业。农民在实践中創造的“蓄水保墒”的农业技术，对防旱抗旱减少灌溉用水有着主要意义。提水工具的形式也是多种多样的，如：吊斗、轆轤、水車、龙骨車、筒車等，所有这些創造均具有“因地制宜”适合农民生产力水平的价值，是我国农田水利事业的宝貴財富。

我国在水利事业上虽然有過偉大的創造和成就，可是由于我国長期处于封建制度的統治时代，水利事业也象其他科学事业一样，发展是緩慢的。毛主席在“中国革命和中

国共产党”一書中說：“中国虽然是一个偉大的多民族国家，虽然是一个地广人众、历史悠久而又富于革命傳統和优秀遺產的国家，可是，中国自从脱离奴隶制度进入封建制度以后，其經濟、政治、文化的发展，就長期地陷在发展迟緩的状态中。这一个封建制度，自周秦以来一直延續了3,000年左右”。毛主席在列举了我国封建时代的經濟制度和政治制度的特点后說道：“中国历代的农民，就在这种封建的經濟剝削和封建的政治压迫之下，过着貧穷困苦の奴隶式的生活。农民被束縛于封建制度之下沒有人身自由。地主对农民有随意打罵甚至处死之权，农民是沒有任何权利的，地主这样残酷的剝削和压迫所造成的农民的极端勞苦和落后，就是中国社会几千年在經濟上和社会生活上停滞不前的基本原因”。

历代的統治階級在水利上的措施也和其他措施一样，主要是为了統治階級的利益才进行的，如秦汉时代兴修西北水利是为了經略西北抵御匈奴的軍事利益而作的，隋煬帝强制人民开挖运河以及其后各皇朝对运河航道之維持均出于运输江南粮食供应統治階級大本營的需要而进行的，虽然这些工程客观上起了有利于中国人民发展的影响。但这絕非統治者的本来意图。

旧社会地方上封建势力的割据造成治河时上下游，左右岸以及地区間的矛盾不能統一，最显著的例子如：清咸丰5年黄河自銅瓦廂决口北流，当时李鴻章代表安徽和江苏的意見不同意堵口主張黄河从决口向北流；山东巡撫丁宝楨代表山东的意見要求堵决口，主張黄河归故道，双方爭执不下，在20年間既沒堵口也沒有在山东修堤，致使洪水泛滥橫流。

既然統治階級所关心的只是本階級的利益，这就不难理解蔣介石匪幫1938年在日寇的追击下决郑州以北花园口黄河大堤以掩护其逃窜，造成十几县土地淹沒，30多万居民死亡的慘禍的根源；也就不难理解，于此10年后(1947年)蔣介石匪幫何以会撕毁和解放区人民政府“先复堤，后堵口”的協議，强行于花园口提前堵口，並以飞机轟炸和扫射复堤的人民羣众阻撓复堤，妄想以黄河洪水当作“40万大軍”来进攻我华东和华北解放区的險惡的軍事阴谋。

封建的土地制度是灌区土地沼泽化和鹽碱化的基本原因，在旧社会灌溉系統修成了，由于地方上地主势力的存在，和地主之間利益的矛盾，因此普遍的发生用水糾紛，械斗和人命伤亡是尋常的事件，由于不能建立統一的管理就发生“搶水”“霸水”“恨水”等情形造成水量的严重浪費，因此而产生的惡果就是地下水上升，土地沼泽化和鹽碱化。

封建的土地制度也是对土地进行掠奪性經營的社会根源，旧社会地主所关心的是残酷的剝削农民以滿足他窮奢極欲的享受，投資改良土壤是他所不关心的，农民在地主剝削之下一年到头餓口尙且不足，改良土壤就更談不上了；因此土壤中的营养成分日益貧乏，結構愈益破坏，山区則由于濫伐森林和挖掘草根使地面复盖遭到严重破坏，遂造成水土的大量流失。

我国人民数千年来在和洪水作斗争中有着偉大的成就，然而这些成就未能超出防御洪水的范畴；防旱方面我国人民久已在广大的地区利用了自然水源进行灌溉，但也多年未超出生于干旱引水灌田的意義，灌溉和改良土壤相結合的科学沒有发展起来。水土保持事业上，山区人民在各种条件下創造了多种多样的簡單适用的經驗，但这些經驗受小农經濟制度的拘限未能发展成水土保持的綜合体系，故而不能有效的改变水土流失的面

貌。其所以如此，根源就在于旧社会经济制度对生产力的束缚和科学的不发达。

第四节 新中国水利事业的成就

人民的大革命打碎了几千年来加在我国人民身上的枷锁，解放后8年以来，在党和政府的领导下在全国范围内进行着规模越来越大的水利建设，取得了辉煌的成就。以第一个五年计划期间全国水利建设的成就来说，就超过了解放前的很多朝代，这些水利工程的土方、石方和混凝土的总量有63亿公方，可以修筑40多座“万里长城”。

8年中，全国修了许多有关治河防洪的大工程，也迅速地发展了农田灌溉事业。从解放到1958年6月底，8年多的时间内全国新增的水田和水浇地共计7亿多亩，等于解放前几千年间全国总共发展的灌溉面积2.3亿的3倍。值得特别提出的是当1955年10月至1956年5月全国农业合作化发展高潮的阶段，全国新修的农田水利工程可增加灌溉面积约1.1亿多亩，1957年冬到1958年上半年全国增加灌溉面积4.2亿多亩。

解放后在治河的大工程方面以治淮为主，对长江、黄河、珠江、海河、辽河、松花江等也大力进行了河道和堤防的治理工作。其中正修和加固的堤防就有3万公里以上。同时还修建了很多水库。水闸、利用湖泊窪地修筑了许多蓄洪滞洪工程，使这些河流的防洪能力有了显著的提高，根治黄河的三门峡工程也在今年春天开始了。

解放前除日伪在松花江修的丰满水库外，没有修建过一座大型水库和著名的大闸，解放后在前3年国民经济恢复时期国家就在淮河的支流上修成了白沙、板桥、石漫滩3个大型水库和濉河集、荆江分洪工程的3个大水闸，第一个五年计划期间又在一些大河流上建成和正在修建薄山、南湾、佛子岭、梅山、响洪甸、磨子潭、官厅、大伙房、三门峡等九座大型水库、三河闸杜家台分洪闸、射阳河擋潮闸等八座大型水闸和几十座中型水闸。

在治理大江大河的同时，国家还利用这些河流投资兴修了许多灌溉工程，其中象黄河下游的引黄灌溉济卫工程，淮河流域的将来可以灌溉2,000多万亩农田的苏北灌溉总渠，我国第一个引用大型水库蓄水灌溉的白沙灌溉渠，新疆的“八一”胜利渠，青海的北川渠，东原渠、陕西的洛惠渠等大型灌溉工程就有300余处。

另外还对原有的灌溉工程如四川都江堰，甘肃银川唐徕渠等，进行了正修、扩建。第一个五年计划期间仅国家投资修建和扩建的灌溉工程就增加灌溉面积4,100多万亩；加上群众自己投资修建的塘、坝、井、渠和小型水库所增加的灌溉面积，全国目前总的灌溉面积已由解放前的2.3亿亩发展到9.4亿亩，在灌溉面积总数和增长速度方面，中国已佔世界第一位。现在全国耕地16.8亿亩中已有灌溉设施的佔57%，全国每个农业人平均佔有水田的面积已由解放前的0.5亩增加到1.5亩左右。

在窪地改造和全涝及水土保持方面也取得了显著的成就，现在全国易受洪涝灾害的4亿亩耕地中，已有3.1亿多亩经过治理，大大减轻了涝灾威胁；全国大约150万平方公里的水土流失面积中，已经有40多万平方公里被初步控制起来。

在第一个五年计划期间，为了根治和开发全国的河流，国家还组织了大批水利技术人员进行了大规模的勘察、测量、勘探、研究、设计工作，着手编制流域规划。现在根治和开发黄河、淮河、海河和辽河等4条大河的流域规划已经完成；长江、珠江和松花江等3大河的流域规划正在编制，中小型河流的流域规划已完成的有90条，正在编制的

有87条，这些都是旧中国水利史上从来都不曾有过的。

新旧社会里水利事业发展的对比，确定的说明了我国社会主义经济制度无比的优越性。

第五节 第二个五年计划期间农田水利事业的方针与任务

解放8年来我国农业的发展是巨大的，然而因为我国人口多，耕地少，目前农业生产状况还落后于工业发展的需要，落后于人民生活日益提高的物质需要，因此中共中央提出：“发展工业必须和发展农业同时并举”。发展农业一是开垦荒地增加耕地面积，一是提高单位面积产量，但根据我国目前的经济状况短期内大规模进行垦荒困难很多，因此增加农业生产的主要措施还必须依靠提高单位面积粮棉产量。提高产量的措施一是水利，一是肥料；水利措施对农业生产起着根本的保证作用。

1957年全国农田水利会议决议今后一定时期内农田水利工作的具体方针是：积极稳步、大量兴修、小型为主、辅以中型、必要的可能可兴修大型工程。兴修与管理并重，巩固与发展并重，数量与质量并重、继续贯彻依靠群众，社办公助、全面规划，因地制宜，多种多样，投资少收效快的原则。对已有水利设施，积极整修与扩建、加强管理，挖掘潜力，充分发挥效益，在内涝灾害或水土流失严重地区，应分别把排水除涝，水土保持工作放在首要地位。

1957年冬到1958年上半年，在全民整风运动胜利的基础上，在农业生产大跃进的形势下，水利建设取得了空前巨大的成就。并且发展了“小型为主，中型为辅，必要的可能的修建大型工程”的方针，提出“以蓄水为主，小型为主社办为主”的方针，1959年将继续贯彻这个三主方针，鼓足干劲，大干一冬一春，全国基本实现水利化，基本上消灭普通的水旱灾害。

第六节 苏联的农田水利事业

在苏联，集体农庄制度的确立，根本的改造了农业生产的基础，过去封建的土地制度和小农经济加给农业生产的束缚一去不复返了，这样就使农业生产的机械化和应用先进的科学成就容易实现。目前苏联在农业机械化方面具有着世界最高的水平，例如，1952年苏联集体农庄机械化操作的程度达到了如下指标：谷物播种方面达87%，用联合收割机收割谷物方面达到70%，在休耕地犁耕方面达96%，秋耕方面达97%，棉花种植方面达98%，甜菜种植方面达95%。

农业生产的机械化同时也要求农田水利工作的机械化，这样才不致以农田水利技术的落后，限制了最新的农业技术的运用，苏联在这条道路上已向前跨进了一大步。

为了适应农业机械操作的条件，保证农业操作的高度效率，苏联政府研究了先进农庄的生产经验和科学研究机关的成就于1950年8月通过了关于改旧式灌溉系统为新式灌溉系统的决议，旧式的灌溉系统具有稠密的凌乱的固定的灌溉渠道网，这种灌溉渠道网将田地分割成面积狭小的灌水地段，这样就造成农业机械运行的障碍，降低劳动生产率，稠密的渠道网佔去很多田地面积增加水的损耗，同时又是杂草和病虫害繁殖的场地。新式灌溉系统田间灌溉网都是临时渠道，每年灌水前开挖，进行机械化耕作时填平，固定地段的面积扩大到40~60~80公顷，这样机械耕作的效率就能充分发挥，土地的利用率

也提高了，水的損耗減少了。

蘇聯目前正在研究着新的灌溉方式和灌水機械，蘇聯政府為促進農田水利工作的機械化，在所有地區均組織了專門的機械工作隊。

蘇聯偉大的科學家威廉士關於土壤形成、關於土壤肥力條件破壞和發展過程的理論，闡明了何種生物作用和物理化學作用能改良土壤的肥力條件，何種作用會破壞土壤的肥力，這就能使得農學家能夠制定具體的措施提高土壤肥力為農業生產服務，威廉士所制訂的“草田耕作制”在蘇聯廣大地區卓有成效，他所制訂的“草田耕作制”就是他所揭露的土壤肥力理論在特定的自然條件和經濟條件下的具體運用。最近蘇聯農學家T.C.馬爾采夫又在新的生產條件下，依據威廉士的土壤肥力理論總結出新的耕作法，發展了這個理論。

威廉士的土壤肥力的理論，第一次使我們正確的理解了農田水利工作的意義，這就是：農田水利和農業技術相結合，共同保證植物所需要的生活要素：水分，營養，通氣及熱等處於最適宜的狀態。在保證作物需要的同時還要引導土壤的形成過程向有利於生產目的的方向發展。

蘇聯科學家在理論和方法上的成就都得到黨和政府的大力支持廣泛運用到生產實踐上。

可見：社會主義的農田水利是以科學理論為指導，在不斷改進的現代化技術裝備的條件下，來完成它保證農業生產計劃的任務的。這正是我國農田水利所要走的途徑。

第七節 進行農田水利工作幾項基本原則

農田水利事業是羣眾性的改造自然的偉大事業，這一事業能否蓬勃的順利開展，關鍵在於緊密的依靠當地黨的領導和行政機構的支持，大力發動羣眾，在羣眾充分動員的基礎上技術指導才能發揮最大的作用。

既然農田水利是以水利技術來為農業生產服務的，那末，進行工作就必須熟悉當地的自然特徵和經濟特徵，了解農業生產對水利的要求；依靠着客觀規律的知識，才能使工作達到預期的結果，反對不從了解當地水利資源情況和農業要求出發只憑主觀臆斷盲目進行工作的作風，也反對不考慮自然條件的複雜多變而濫用在特定條件下所得出的經驗與結論的經驗主義作風，這兩種作風任何情況下都會給工作造成失敗和損失。

既然水利資源的開發，關係着整個國民經濟的發展，而農田水利是水利事業的主要內容之一，那麼農田水利的要求就必須服從綜合利用的計劃，局部地區的利益必須服從流域整體規劃的原則。只有如此，才能使各經濟部門的用水要求得到合理的滿足，水利資源得到最充分的利用。

目前農業生產上農民還主要依靠畜力和手工勞動，而我國社會主義工業化的結果將逐漸提供農業技術改造的現代化裝備使農業生產機械化電氣化，那麼農田水利措施應當能適應集體化和機械化大生產的條件。

第一部分 灌溉土壤改良

第一章 灌溉的基本知識

第一节 灌溉對於植物发育的外界环境及其产品品質与产量的影响

在土壤水分不能滿足植物的需要的时候，我們便施水給土壤，这种措施便称为灌溉。灌溉的直接任务虽然是浸潤土壤，但由于土壤的浸潤，它便造成土壤中有利于作物生長发育的水分和通气狀況，它能与养分狀況相协调並能与热和光的条件共同保証土壤高度的肥力。这种灌溉方式是採用最广的一种，今天在全世界約有12~15亿亩土地採用这种灌溉。如前所述，灌溉不仅在半干旱的华北地区是迫切需要的，即使对于年雨量接近2,000公厘的华南地区，为了防止春季的干旱，也是不可忽略的措施。

灌溉的水与天然降水一样，都是植物所需要的水分的来源。然而，它們的意义不仅如此，在土壤中的水分会强烈地影响着土壤的物理化学和生物学的作用，它不仅影响着土壤的肥力，而且还影响着土壤的形成过程。所以，灌溉可以引起很多不同的結果，現在分別进行叙述：

1. 灌溉對於土壤結構的影响：过去曾經有人認為灌溉必然会破坏土壤的結構的。但是，那是採用了过大的灌水定額和落后的灌水技术的結果。例如，在进行淹灌时表层土壤的团粒往往被破坏，土壤变得密实、板結，而且往往在表层結成一层硬壳，然后开裂。但是，当灌水定額不大和採用优良的灌水技术，例如溝灌法时，水分由毛管水的作用而滲入土壤，而不致破坏土壤的結構。由于灌溉，土壤保持在适当的湿度，在土壤耕作过程中便能有效地保持着团粒而不致遭受破坏。此外，适度地潤湿土壤还能促使微小的顆粒凝聚为大的复杂的顆粒即团粒。在灌溉的土地上大量地繁殖着蚯蚓，而蚯蚓的活动也是促进土壤团粒結構的形成的重要因素之一。因此，当我们採用合适的灌溉定額和先进的灌水技术时，灌溉不仅不破坏团粒結構，相反的，它还有助于維持团粒不遭破坏以致促进团粒的形成。

2. 灌溉對於可溶性鹽分的影响：灌溉水將所有可溶性鹽分溶解在其中，不管这些鹽分是对植物有害的，或者是植物营养所必需的。灌溉水攜帶着它們滲到深层去，它一方面降低了土壤溶液的濃度和減少了有害鹽分，但在另一方面却使土壤缺少必要的养料。滲到深层去的鹽分往往又在地表以下0.5~2.0公尺处形成一层几乎不透水的淀积层，它对土壤的水分和通气狀況起着极为不利的影响。因此，除了对于鹽漬土进行冲洗和水稻田的淹灌而外，應該精确地計算灌水的定額使它不致滲到深层去，而讓它停留在土壤表层以供植物吸收和地表蒸发。此外，灌溉还应与施肥的措施密切結合，以保持土壤內有足够的养料供植物吸收。

3. 灌溉對於土壤微生物活运的影响：关于这一方面研究得尚不够充分，一般說来灌溉能刺激微生物的作用，这在干旱地区尤为明显。土壤微生物的活动可以固定一部分空气中的氮素，又可以使一部分含氮化合物分解成为植物可吸收的状态。在剛澆过水的土地上，微生物的活动是被抑制的，但一般在灌溉后2~6天后，土壤微生物的活动便大为

加强,因而增加了植物的可吸收的氮素养料。但是,由于氮素养料很容易使水溶解淋失,过多的灌溉便将减少土地中含氮养料的数量,这是必须防止的。

4.灌溉对于土壤热状况的影响:因为水的比热和导热性较干土壤为大,所以灌溉过的土壤的比热和导热性都比较大,土壤温度的变化也不过分剧烈而且比较均匀。在夏天,在强烈的阳光照射下,灌后的土壤温度要比干旱的未灌土地低 10°C 左右;而在冬季,根据山西、陕西等地试验,小麦冬灌后的土温比未冬灌的要高 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$;在春季,霜前灌溉的可以减少冻害50%左右。

5.灌溉对于小气候的影响:所谓小气候亦即农业气候,是指在植物生长高度范围内临近地面空气层在长时期内气象因素的总和。灌溉对于小气候有极为显著的影响。由于灌溉后太阳的热能是消耗于植物的叶面蒸发和土壤的蒸发而不是用来加热空气,因而灌后近地表的气温较未灌土地下降 $3\sim 6^{\circ}\text{C}$,而空气的相对湿度则增加30~50%。人工降雨的灌水方式在这方面的作用尤其显著。

6.灌溉对于农作物的产量的影响:合理的灌溉调节了土壤的水分养料通气和热状况,从而提高了土壤肥力,也提高了作物的产量。关于产量的大量资料的研究都说明了在灌溉土地上多年平均的产量总是大大的高于不灌溉的土地,不仅产量高,而且比较稳定,因而在干旱年份里灌溉的影响就特别显著。在华北旱作地区,水浇地比旱地单位面积产量一般高出1倍以上,倘若在灌溉时能结合农业技术措施的改善,可以比普通旱地高出4、5倍之多。例如河南省引黄灌区,1955年灌区附近未灌的旱地小麦普通产量约为每亩60~70斤,而灌区内经过灌溉的小麦大面积平均为130~150斤,其中冯庄第一社与第四社两个农业生产合作社,在引黄灌溉试验场的指导下,结合了灌溉进行了选育良种、合理密植、分期定量施肥等农业技术措施,便获得了每亩400斤的高额产量,比旱地小麦高出6倍。这不仅说明了灌溉能增产,更说明了灌溉结合农业技术措施可以获得更高的产量。

7.灌溉对于改种高产作物与增加复种指数的影响:在河南引黄灌区放水前,当地冬小麦的播种面积很小,而夏季也多种植杂粮,很少种植棉花的,原因是小麦播种时一般是天旱,很难种下去,更难出苗,而棉花生长期日雨量也不足,产量极低。灌区放水后,农民普遍种上了小麦,棉花播种面积也在迅速增加。

水稻是高产作物,其产量一般在400~500斤以上,比旱作物产量要高出2、3倍,我国北至黑龙江都可以种植水稻。但是,在淮河秦岭以北,水稻的种植面积却很少,原因是没有水源进行灌溉。在得到灌溉的地区,尽管在无霜期仅有140天左右的吉林延边自治州,也可以生产出每亩1,300斤的水稻来。

关于增加复种指数问题,关键也在于灌溉水源有无保证,长江流域推行双季稻,晚稻主要的困难是怕秋旱,而早稻又怕插秧没有水。华北地区复种指数一般很低,倘若能得到灌溉,则提高到2年3熟甚至3年4熟都不是困难的事。

8.灌溉对于农产品品质的影响:不适当的过量的灌水,会减少种子蛋白质的含量,而适当地灌溉与施肥,则可以避免土壤中含氮盐分的减少,也可以防止种子内蛋白质的减少。蛋白质含量的多寡也与灌水技术有关,沟灌作物的种子蛋白质含量比淹灌的多,而人工降雨更多。对于棉花的纤维和甜菜的糖分,试验材料证明它们是比较不灌溉土地上要高得多,然而,过多的灌溉又会引起它们的降低。

綜合以上的分析，灌溉的影響几乎都是良好的，但是它必須有合适的灌溉定額，有較好的灌水技術，並且應該注意與農業技術措施密切配合。假如不注意這些條件，採用過大的定額和落后的灌水技術，不與農業技術措施相配合，那麼灌溉便將發生不良的後果。

第二節 灌溉水的質量

所謂灌溉水的質量，主要是指水中所含有的懸浮質和推移質泥沙，所含有的危害植物生長發育的鹽類，以及水的溫度而言。灌溉水在田地裡或渠道中，往往遺留下許多懸移質或溶解鹽，過冷的水又會抑制作物的生長發育，這些都是很不利。因此，灌溉對於水源的水質要提出一定的要求。

懸浮在水中的微細的泥沙($d < 0.005$ 公厘尤其是 $d < 0.001$ 公厘的泥沙)是很寶貴的肥料，因此，應該將它們送到田間去。但是，過小的顆粒會滲入土壤的孔隙且阻塞了它，因而強烈地降低了土壤的透水和通氣性狀，對土壤的物理性狀是很不利的。為了加強土壤的透水性，便須在引進細粒泥沙的同時，要引進一些粒徑較大的泥沙($0.005 \sim 0.10 \sim 0.15$ 公厘)作為細粒泥沙的骨架，以防止它們淤塞土壤，而維持土壤較好的物理性狀。

更大的泥沙($d > 0.15$ 公厘)既沒有絲毫肥沃性，而且常常淤積在渠道中，在每次灌水後，便須進行繁重的清淤工作，因此，應該在渠首便設法防止它進入渠道。

關於灌溉水中的含鹽量問題，考斯加可夫院士認為含鹽總量在 $0.10 \sim 0.15\%$ 以內時，對於植物一般沒有什麼妨害，可以用來灌溉。當含鹽量大於 0.15% 時，便須分析其中含的是什麼鹽分，對於滲透性較好的土壤，允許的灌溉水含鹽量是： $\text{Na}_2\text{CO}_3 < 0.1\%$ ； $\text{NaCl} < 0.2 \sim 0.3\%$ ， $\text{Na}_2\text{SO}_4 < 0.5\%$ 。對於含有多種鹽分的灌溉水，其含鹽總量不得超過 $0.3 \sim 0.4\%$ 。

在自然界的水源中，河流水源的含鹽量一般都很低，但卻含有大量的泥沙。黃河的年平均含沙量達 3.4% ，是世界上含沙量最大的河流，華北平原上大部分河流多是含沙量極大，因此在修建灌溉系統時，必須慎重考慮防止泥沙的問題。秦嶺淮水以南，河流含沙量一般甚小，例如淮河的正常年含沙量為 0.05% ，長江亦在 $0.02 \sim 0.08\%$ 之間。

地下水源的含沙量一般均很小，但含鹽量通常較高。因此在利用井水和泉水灌溉時，必須仔細研究井水泉水的水質，倘是苦水井必須進行化驗，以免將土地澆壞。井泉水溫在夏季是很冷的，將井泉水直接用來澆地往往會引起減產，例如，河南省百泉灌區將泉水直接引向田間，結果引起水稻減產，在將泉水停蓄在渠道和水池的曝曬 $1 \sim 2$ 日後再引入田間後，立即提高了水稻產量。對於棉花每是如此，根據契爾卡索夫教授的材料，用 30°C 以上的水在夏季澆灌棉田，可以提高棉花產量 $9 \sim 15\%$ ，而棉花的纖維亦較好。

對於池塘和水庫而言，它們的水質是介乎河流與地下水之間。小的池塘由於長久的生發而具有很高的鹽分，為識別其是否適于灌溉可以借助於水中的生物，例如水中是否有淡水魚類或蛙類繁殖，以及是否有淡水植物如浮萍等生長，凡有這些生物的池塘其水質一般是可以用於灌溉的。

第三節 灌溉的類型

根據地區自然條件和主要作物對於水分的要求的不同，灌溉基本上可以分為三種類

型，即多次定期灌溉，一次定期灌溉和不定期灌溉。

在經常干旱的地区，土壤水分經常不足，若要保證植物的良好的生長发育，便应在植物生育期內进行多次的灌水，而且灌水的时期也多按作物的发育时期而大体上規定了的。另外在水稻灌区，虽然年雨量不少，但由于水稻对水的要求很高，也应經常地进行灌溉，这些都称为多次定期灌溉，又称为正規灌溉，它是我們今后的主要研究对象。

在降水总量並不少，但是年与年之間的差异很大，年內的降水分配情况也变化很大的地区，可以採用一次定期灌溉。属于这类灌溉的有利用洪水的引洪灌溉，利用冬季和春季多余水量的儲水灌溉等。

在水源水量不足，而且变异很大的地区，可以採用不定期的灌溉。即在某些年份內灌溉系統可以充分地利用，而在另一些年份里可能根本不需要灌溉或者仅灌溉其中很少一部分。属于这类灌溉的有所謂变松灌溉。我国的抗旱塘堰、实际上也属于这种类型。

上述的每种灌溉，又可按其向田間輸水方式的不同，而分为自流灌溉（水自水源沿渠道依重力流入田間）与揚水灌溉（借揚水机械將水揚至田間）。这两种灌溉往往同时採用，例如自河流沿渠道自流引水，又在渠道上設置揚水站以灌溉高处的田亩。

第四节 灌溉系統

1. 灌溉系統的任务：灌溉系統是一系列的工程技术措施，通过它們可以随时地按照农作物的需要將水自水源輸送到田間。因此，灌溉系統的首要任务便是要保證能按照农作物的需要向田間供水，只有完成了这个任务它才能保證高額外稳定的产量。其次，灌溉系統要能使現有的水利資源得到最充分的利用，因此这些工程技术措施的設計應該保證真正按照需要引水，而不应引入过多的水量，以致造成大量水利資源的浪費，同时影响到其它国民經济部門的用水。灌溉渠系的滲漏損失應該減小到最低限度，而灌溉水的有效利用系数是表明灌溉系統設計与管理好坏的主要指标之一。第三，設計出的灌溉系統，不仅要考虑到灌溉本身劳动生产率的提高，而且还要考虑到整个农业生产的劳动生产率，其中最主要的是應該考虑机械耕作的要求，灌溉系統决不应该成为机耕的障碍，而應該尽一切可能使机耕得到便利。最后，灌溉系統本身是一种种植企业，这个企业除了保證完成农业生产的任务而外，还应该向

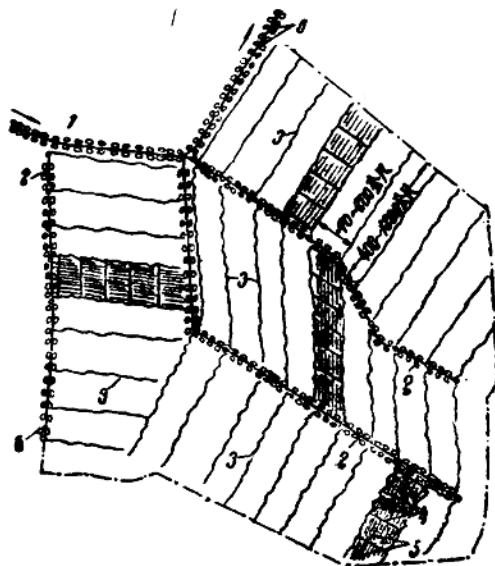


图 1 具有临时灌溉网的新式灌溉系統
1—干渠；2—配水渠；3—临时渠道；4—輪水溝；5—灌水壩溝；6—沿渠
道栽植樹林。

国家上繳它本身的利潤。因此，它的基本建設費用應該尽可能地減低，而其管理的費用亦應該減為最小。

2. 灌溉系統的組成部分：通常灌溉系統包括三個部分：

- (1) 適應于一定水源的取水建築物系統。
- (2) 將水自取水建築物輸送到灌區並分配到灌區的各個部分的輸水與配水系統。
- (3) 將水自配水系統引至田間濕潤土壤的田間水分調節系統。

以上每一部分都包括一系列的建築物與設備。圖 1 所示為一個多次定期灌溉的灌溉系統示意圖。圖中並未包括第一部分即取水建築物在內，因為取水建築物視水源為河流，水庫或井泉而有不同的布置。第二部分包括干渠與配水渠。第三部分包括臨時灌溉渠，輸水溝，灌水溝等。

第二章 農作物的灌溉制度

第一節 灌溉制度的意義與制定灌溉制度的方法

灌溉不是連續不斷地向土壤供水，而是分次進行的，每一次在單位面積（公頃或畝）上澆灌多少水量（公方）稱為灌水定額，在作物的全生育期內一共澆灌多少水量稱為灌溉定額，灌水定額、灌水的次數、每次的日期和灌溉定額總稱之為灌溉制度。

在某一特定的地點（即具體的氣候與土壤環境下）在一定的農業技術水平之下，有一個最合適的灌溉定額，超過這個定額與不足這個定額，都將會引起減產。而且將引起土壤鹽漬化等嚴重的後果，本章的主要目的便在於研究確定灌溉制度的各項要素的理論與實踐。

必須注意，灌溉制度是視作物的品種，當地的氣候，土壤農業技術措施，以及灌區的社会經濟條件與勞動組織情況的不同而異，這些條件中任何一項的變更都將引起灌溉制度的變化。所以，必須將灌溉當作農業生產的綜合措施中的一個環節來考慮，而灌溉制度的任務便是在具體的生產條件下，保證作物發育所需的各種因素得到最適宜的調節，灌溉的效果的好壞不僅取決於這個灌溉制度本身的好壞，而且取決於這個灌溉制度是否與農業技術措施相協調。在一定的條件下設計出來的灌溉制度，運用到另外地區去或者本地區的各种條件發生變化時，就不會是合適的了。因此，灌溉制度本身必須隨着外界條件的變化而變化。

灌溉制度是設計灌溉系統的理論基礎，也是渠系管理的主要依據。正確的灌溉制度不僅可以提高作物的產量，而且可以節約水量，因而用同一水源便可以擴大灌溉的面積；而在灌溉同一面積時，渠道和建築物都較小，工程的造價便最經濟。所以，灌溉制度是非常重要的。

到目前為止，制定灌溉制度是從三個方面着手的。首先是總結當地農業勞模的灌水經驗，這些經驗一般說來是在當地羣眾中行之有效的灌溉制度。其次是根據土壤水分的變化情況而制定出的灌溉制度，這在具有一定的灌溉試驗研究資料的地區是一種比較科學的方法，但在沒有資料的地區，應用這個方法來制定灌溉制度是有困難的。近年來，蘇聯已經着手根據植物的生理特征來預先確定應該灌水的日期，具體說來，是根據植物