

内蒙古河套灌区 灌溉排水与盐碱化防治

IRRIGATION DRAINAGE AND SALINIZATION CONTROL
IN NEIMENGGU HETAO IRRIGATION AREA

王伦平 陈亚新 曾国芳等 编著

水利电力出版社

依靠科学技术加
强经营管理从事
现代化灌区建设

张含英
一九五二年
十月



总干渠

插页彩照摄影 蒋长树



三盛公水利枢纽鸟瞰



总干渠跌水



曙光试验场



田间工程配套



潜水蒸发试验地下观测室



永济量水试验场一角



永济渠



红圪卜排水站斜式轴流泵

红圪卜排水站





总排干扩建施工

排水沟埋塑膜防塌施工现场





小召明沟排水试区套田

河套蜜瓜丰收



编委会及编写人员

编委会主任：王伦平

副主任：陈亚新 曾国芳

委员（按姓氏笔画为序）

马德平 王伦平 刘羨周 陈亚新 陈宝明
梅 协 康双阳 曾国芳

编写人员（按编写篇章为序）

第一篇统稿人：王伦平

编写人：王伦平 马德平

第二篇统稿人：马德平 康双阳

编写人：马德平 高维跃 康双阳 张瑞麟 刘亚东

第三篇统稿人：陈亚新 曾国芳

编写人：张运河 陈耳东 马德平 杨 浚 陈亚新
赵碧雄 文荣纯 周德元 刘惠中 谭 强
樊奉春 魏来凤

第四篇统稿人：陈宝明 曾国芳

编写人：高维跃 陈国安 王蓬林 胡辅民 梅金铎
蔡国臻 王辰起 陈宝明 马德平

第五篇统稿人：曾国芳

编写人：孟昭亮 葛耀光 曾国芳 杨生华 桑以琳

第六篇统稿人：梅 协 曾国芳

编写人：梅 协 许绍君 毛次元 赵 诚

全书统稿人：王伦平 曾国芳 陈亚新

英文目录翻译：冯国华

协助核稿工作：刘培芳 宝力特 张维智

序

河套灌区是一个具有悠久历史并在新中国建立以后又有新的发展的大型灌区。根据历史记载，早在秦汉时期古人就在内蒙后套修渠引黄河水灌溉。但在漫长的封建社会和战争年代，灌溉事业几度兴衰，直至清代末叶建成了八条较大的引水干渠，到民国时期，演成为十大干渠，即永济、黄济、丰济、复兴、义和、通济、长济、塔布渠、杨家河和乌拉河等。到新中国成立前夕，总灌溉面积约为 300 万亩。当时的后套灌区是多首引水，渠首引水工程十分简陋，用秸草筑闸，土堤束水，不能控制流量和水量。黄河大水时，灌区受淹；黄河水小时，引水困难。加之渠道弯曲，渗漏损失大；灌区有灌无排，土壤盐碱化严重；大水漫灌以及耕作技术粗放等原因。灌区农业生产十分落后，粮食亩产仅 50kg 左右，全灌区总产量 1.5 亿 kg。

新中国成立以后，开始对灌区进行大规模的改建与扩建。1961 年在黄河上建成三盛公拦河闸和总干渠引水枢纽工程，改多首引水为一首引水。开挖了贯穿后套灌区东西长 180km 的总干渠以及干渠、分干渠、支渠、农渠、毛渠等六级配套灌溉渠道和相应的渠系建筑物。以后又相继建成一条长达 260km 的排水总干沟和分干沟、干沟、支沟、斗沟、农毛沟等六级配套排水系统和相应的排水闸、站等。全灌区形成了一个统一的大型灌排系统，成为全国三大灌区之一。灌溉面积由 1949 年的 300 万亩发展到 1990 年的 788 万亩。灌区粮食产量由 1949 年的 1.5 亿 kg 增加到 1990 年的 8.8 亿 kg，成为内蒙古自治区最大的商品粮基地和油料、甜菜等经济作物的主要产区。

与国内其他大型灌区相比较，河套灌区具有以下显著的特点和问题：①年平均降水量少（130~215mm），年平均蒸发量大（2100~2300mm），干旱是农业生产的主要威胁。②引黄河水灌溉，水中的含泥沙量大（多年平均含沙量 3.1kg/m³）。③盐碱化土壤的面积大，占总土地面积的 23.3%。④灌区地下水位高，地下水矿化度大。⑤地面坡降平缓（ $\frac{1}{4000} \sim \frac{1}{8000}$ ），土壤质地松散，给修建排水工程带来困难。⑥劳力缺乏（每个劳力负担灌溉面积 17.2 亩），灌溉和耕作技术粗放。

面对上述特点和问题，要建设和发展一个如此规模的大型灌区和取得今天这样的辉煌成就，这在国内外都属罕见。特别是上述的这些问题十分错综复杂，且相互矛盾和制约，很少有可以借鉴的经验。因此，河套灌区 35 年的建设和发展过程，是一个实践、认识、再实践、再认识的过程。在认识上，有过统一，也有过分歧；在实践中，有经验也有教训；在整个进程中，有暂时的停滞，也有复苏和发展。

内蒙古自治区水利局王伦平总工程师等编著了《内蒙古河套灌区灌溉排水与盐碱化防治》一书。这本书的编写既不同于一般的科技书籍，也不同于一般的论文汇编，而是以河套灌区建设的实践经验和科学试验成果为基础而写成的一部专业性著作。它不仅系统地总

总结了河套灌区的建设和发展经验，而且将灌溉排水的基本原理结合河套灌区的具体条件加以创造性的应用。全书包括六篇三十二章，内容丰富，系统全面，图文并茂，文字简炼，理论与实践相结合，试验与研究相结合，具有较高的科学水平和很大的实用价值。特别是其中比较新颖的内容有：土壤冻融期的水盐运动规律，内陆湖泊—乌梁素海环境质量及水盐均衡，秋季储水灌溉，灌溉效率测试与评估，二元结构水文地质条件下的排水，排水沟塌坡防治等。另外，土壤盐碱化的综合防治有它自己的独特经验；三盛公枢纽建设与管理的成就等，为我国北方多泥沙河流低水头枢纽的建设与运行提供了有益经验。

河套灌区所处的天时地理条件是十分严峻的。面对干旱、风沙、盐碱、泥沙等一系列不利于发展灌溉排水的制约因素，今天的河套已变成一片绿洲和沃野，这不能不说是灌溉农业所创造的奇迹。但另一方面应该指出，这并不意味着河套灌区的所有问题已经解决了。根据近些年来对河套灌区的全面调查和评估，灌区还有很大的潜力可以挖掘，还需要继续建设和发展，有些问题还有待进一步试验研究。特别是在灌区改革和实现现代化管理方面还需作出更大的努力。

在此，我愿意将这本书推荐给全国从事灌区建设和管理的同志以及广大的读者。可以期望，这本书的出版不仅对河套灌区今后的继续建设和发展具有一定指导意义，而且对类似条件的其他灌区也有借鉴、参考作用。同时，衷心地希望我国的灌区工作者能够结合本灌区的特点写出更多更好具有自己特色的灌区建设和管理的论文和专著，为进一步发展我国的灌溉排水事业做出贡献。

国际灌溉排水委员会中国国家委员会主席
教授 许志方

前 言

国际农业和水利的历史表明,人工灌溉是干旱地区发展农业生产,赖以维持人类生存、改善人类生活的有效途径。干旱地区无灌溉则无农业,灌溉易于为人们认识和接受。然而发展大面积的灌溉农业并能保持持久不衰,又是十分困难的。这主要是发展大面积灌溉农业,涉及干旱地带的土壤与水环境问题,即具有地带性特征的土壤次生盐渍化问题。在过去,既没有足够的知识又没有科学的技术手段来解释、预报和治理盐渍化,结果使许多灌溉土地退化,作物减产,耕地荒废。而当人们认识到这种有害影响时,又已为时太晚,难以防治,以致产生毁灭性的后果。历史上,许多“沙漠绿洲”由兴到衰的事例已为世界文明的发展提供了有益的教训。今天,它仍然是世界灌溉农业上的一个重要问题。

世界上干旱地区许多灌溉农业的衰退,其中一个主要原因是没有排水或缺乏足够的排水。那种只依据灌溉水淋洗一部分土壤耕作层盐分,而不采取排水措施的灌区,一般只能维持低生产率的灌溉农业(土地利用低于25%),并进一步产生灌溉负效应。因此在排水不受重视或未予足够解决的地方,导致“水—土环境”严重恶化,影响文明发展的进程。

因此,灌溉农业及其相伴而生的土壤次生盐渍化,是世界各国灌溉史上普遍存在的问题,并有一个普遍无法避免的结论:要使灌溉获得成功,必须进行排水。但同时也普遍地存在一个人们的认识与愿望往往自相矛盾的现象,即没有人否认排水的必要性,但仍然有许多人热切地希望没有排水也能过得去,没有水源和配水系统不可能有灌溉农业,但是没有排水却可能有灌溉农业的一种暂时的不稳定的农业。世界上许多灌区和内蒙古河套灌区都曾经经历过或正处在这样一种暂时的不稳定的灌溉农业阶段。

内蒙古河套灌区自本世纪60年代解决了引水保证问题之后,在无排水条件下扩大灌溉面积,曾导致严重的土壤次生盐碱化(因河套灌区渍害轻微,故本书通称盐碱化),农业生产徘徊不前。当时,人们对灌溉农业和灌区的前途惶惑不安,各种议论,纷至沓来,水耶农耶,灌耶排耶?争论不休,莫衷一是。许多从事水利和水利土壤改良工作的科技人员,懂得问题的症结在于“有灌无排”,但是由于他们对灌区的自然特点缺乏全面深刻的了解和排水实践的切身体会,提不出恰当的有效的改良措施,也难以排解多种非议。

70年代后期,党的十一届三中全会恢复了科学在经济和社会发展中应有的地位,人们更加重视科学研究。为了回答河套灌区在其发展进程中提出的问题,在80年代开展了一系列的科学试验研究。研究的重点:一是灌区土壤水和盐分的运移规律,二是防治土壤盐碱化的具体措施。同时,水文地质部门在灌区浅层地下水物探成果的基础上,通过全面深孔勘探,对灌区的地质和水文地质条件进行了比较深入的调查研究,提出了《河套平原土壤盐渍化水文地质条件及其改良途径》成果报告。在此期间,农业土壤部门也在灌区内进行了土壤普查。所有这些科研成果为人们了解河套灌区,深化对灌区土壤盐碱化规律的认识,探索防治盐碱化的方略起了极其重要的作用。

在以科学试验为先导，统一人们认识的基础上，自治区水利部门重新修订了河套灌区建设规划，自治区政府和巴盟行署于1989年开始组织大规模的以排水为主的灌排配套工程建设。至今，工程尚在进行中，随着工程的进展，在已实施全面配套的地区，土壤耕作层的水分、盐分、空气和养分条件得到改善，开始绽露其明显的生态效益和经济效益。

认识一事物是不容易的，需要有反复的实践认识过程。根据新的认识去改造事物，则更不容易。回顾世界范围从本世纪初开始在灌溉土地上实施排水至五六十年代发展成现代排水工程科学。灌溉与排水的关系由初级的合作，经过相互配合的协调发展成今天的高度综合，形成一个新的统一的科学，令人信服的说明，农田水利科学在本世纪取得了迅速的进展。尽管如此，要将这些科学上的成就应用于河套灌区的建设和改造，还要经过一个反复实践和认识的过程。我们编写《内蒙古河套灌区灌溉排水与盐碱化防治》一书的目的就是要反映这一认识过程，总结该灌区长期生产斗争和近十几年科学试验的成果和经验，使之更多的领导、从事经济工作的干部、农业和水利科技人员所了解，有利于在现有成果的基础上，将灌溉排水事业推向前进。科学的认识对于领导者来说是重要的，它是领导决策民主化和科学化的基础。对于科技工作者来说，书本知识是重要的，但更重要的是善于从最新科技成果和实践经验中吸取有益的营养来丰富自己的知识，以便更好地指导工作，并日臻完善和成熟。如果这本书所反映的科研成果和经验对现代农田水利科学有所增益的话，则是在我们预期之外的了。

在编写本书的过程中，水利界老前辈原水利部副部长张含英老先生不辞辛劳为本书挥毫题词，我们对张老表示深深的敬意和衷心的感谢。

国际灌排委员会副主席、中国灌排委员会主席、原武汉水利电力学院院长许志方教授为本书作序并审阅部分稿件。水利部农水司董冠群高工、科教司陈炯新高工、原水利水电科学研究院副院长李纬质高工、武汉水利电力大学张蔚榛教授、水利部农田灌溉研究所胡毓骐研究员、水利水电科学研究院水利所所长包水林高工，分别审阅了本书稿部分内容，并提了宝贵的意见。在此一并表示诚挚的谢意。

本书编写内容主要选自近年来河套灌区多项科研成果报告，未经河套灌区科学实验和生产实践检验过的论述与方法一般不予编录。编写时力求完整化、系统化，但由于科研成果涉及面及编写人员水平的限制，本书难以概全，上述不足以及编写上的不妥之处，尚希读者见谅和指正。

王伦平 陈亚新 曾国芳

1992. 12.

CHAPTER TWO. GROUNDWATER EVAPORATION

- 2-1. Testing results of design and experiment
- 2-2. Factors affecting groundwater evaporation during non frozen period
- 2-3. Groundwater evaporation law during non frozen period
- 2-4. Groundwater evaporation law during frozen period

CHAPTER THREE . WATER AND SALT MOVEMENT LAW DURING FREEZING AND THAWING PERIODS

- 3-1. Soil freezing and affecting factors
- 3-2. Water content change law in frozen soil
- 3-3. Salt content change law in frozen soil

CHAPTER FOUR . ENVIRONMENT QUALITY AND WATER— SALT BALANCE IN ULIANGSUHAI LAKE

- 4-1. Formation and evolution
- 4-2. Water environment and its evaluation
- 4-3. Water and salt balance
- 4-4. Water environment protection

PART III . IRRIGATION

CHAPTER ONE. CROP WATER REQUIREMENT AND IRRIGATION SCHEDULE

- 1-1. Spring wheat water requirement
- 1-2. Irrigation schedule experiment of main crops
- 1-3. Design irrigation schedules

CHAPTER TWO. WATER STORAGE IRRIGATION IN AUTUMN (WSIA)

- 2-1. Wsia in no-salinity and light salinity soils
- 2-2. Wsia in middle salinity soil
- 2-3. Wsia from drainage wells
- 2-4. Wsia under no drainage condition
- 2-5. Wsia from drainage wells in closed depression

CHAPTER THREE. TEST AND EVALUATION OF IRRIGATION EFFICIENCY

- 3-1. Standard test of irrigation efficiency
- 3-2. Calculation methods of water transmission and distribution efficiency
- 3-3. Irrigation efficiency evaluation of Hetao Irrigation Area

CHAPTER FOUR. CHANNEL LEAK PREVENTION

- 4-1. Channel leak prevention by plastic film
- 4-2. Channel leak prevention by bentonite
- 4-3. Use of accretion sand in channel
- 4-4. Research and application of machine for installing forms and casting concrete

CHAPTER FIVE. OPTIMUM WATER DISTRIBUTION IN SUMMER IRRIGATION

- 5-1. Optimum water distribution research
- 5-2. Optimum water distribution model
- 5-3. Simplified optimum water distribution model
- 5-4. Simulation model
- 5-5. Optimum dispatching operation steps

CHAPTER SIX. RESEARCH AND MANAGEMENT APPLICATION OF WATER MEASURING EQUIPMENTS IN IRRIGATION CHANNELS

- 6-1. Specificity of irrigation channels and water measuring test area
- 6-2. Calibration research on water measuring equipments in irrigation channels

6-3. Water measuring and charging according water amount in channels

6-4. Extending water measuring to promote irrigation management

PART IV. DRAINAGE

CHAPTER ONE. SUITABLE CONTROL DEPTH FOR GROUNDWATER

TABLE

1-1. Test_of suitable control depth for groundwater table

1-2. Suitable control depth for groundwater table

CHAPTER TWO. OPEN DRAINS — SHORT DRAIN DITCH AND SMALL PUMPING STATION

2-1. Basic situation about experiment area

2-2. Determining basic parameters

2-3. Drainage result

CHAPTER THREE. DRAINAGE WELL

3-1. Basic situation about experiment area

3-2. Experiment brief

3-3. Layout of wells

3-4. Drainage result

CHAPTER FOUR. DRAINAGE WELL UNDER TWO DIMENSION HYDROGEOLOGICAL STRUCTURE

4-1. Basic situation about experiment area

4-2. Characters of two dimension hydrogeological structure

4-3. Parameter determination of two dimension hydrogeological structure

4-4. Drainage result

CHAPTER FIVE. PIPE DRAINS