

全国水利行业职工培训教材

农村水利工程建设与管理

主 编 汪绍盛 孙书洪
副主编 杨树生 朱士权

QUANGUO SHUILI HANGYE ZHIGONG PEIXUN JIAOCAI

NONGCUN SHUILI GONGCHENG JIANSHE YUGUANLI



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国水利行业职工培训教材

农村水利工程建设与管理

主 编 汪绍盛 孙书洪
副主编 杨树生 朱士权



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材根据我国农村水利发展新形势的需要,针对农村水利工程建设与管理中经常遇到的实际问题,从农村水利工程规划、设计、施工、管理、评价及水土保持等方面进行了系统、详细的阐述。除传统的农田水利工程外,增加了农村饮水安全工程、农村水环境治理及保护等新内容。全教材共分8篇,包括农田水利工程建设与管理、农村饮水安全工程建设与管理、农村生活污水处理工程建设与管理、农村水环境保护与坑塘治理、水资源管理、农村水土保持技术、防汛抗旱、农村水利信息技术。内容精炼、通俗易懂,方便实用。

本教材可作为农村基层水利技术人员的技术培训用书,也可供区县水利技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

农村水利工程建设与管理 / 汪绍盛, 孙书洪主编
— 北京: 中国水利水电出版社, 2015.3
全国水利行业职工培训教材
ISBN 978-7-5170-2948-9

I. ①农… II. ①汪… ②孙… III. ①农村水利—水利建设—职工培训—教材②农村水利—水利工程管理—职工培训—教材 IV. ①S27

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第030311号

书 名	全国水利行业职工培训教材 农村水利工程建设与管理
作 者	主编 汪绍盛 孙书洪 副主编 杨树生 朱士权
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 25.25印张 598千字
版 次	2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	65.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编审人员名单

主 编：汪绍盛 孙书洪

副主编：杨树生 朱士权

参编人员：周青云 李 桐 赵宝永 安立群 叶澜涛
金建华 杨世鹏 笪志祥 张 东 韩娜娜
赵永志 李松敏 佘 萍 李 妍 梁小宏
李绍飞 刘 玲 吴 岩

主 审：王仰仁



前 言

QIANYAN

我国是一个农业大国，农村水利既是农村经济的一个重要组成部分，也是农村经济、社会可持续发展的重要基础，在改善农民生产生活条件、促进粮食生产方面发挥了重要作用。近年来，农村经济体制改革进一步深入，迫切 need 加强农村水利工程建设与管理，以保证其能发挥正常的效益。随着农村水利建设大规模展开，农村水利基础设施建设获得迅猛发展，使得对农村水利工程设计、施工、运行管理等专业技术人员的需求也更为迫切。同时，农业和农村经济的快速发展，进一步赋予了农村水利工作新内涵、新要求和新任务，农村水利工作已从传统的农田水利建设和防汛抗旱延伸到农村饮水安全、农村水环境保护治理、农村生活污水处理及水土保持等领域。农村水利基层服务组织不断健全完善，至 2013 年农村基层水利服务组织从业人员达 13 万人。近年来农村水利工程建设投资不断加大，农村水利设施经营管理改革不断加强，提高农村水利服务队伍的技术水平和管理水平迫在眉睫。

本培训教材由农村水利的高级技术人员和水利院校教授专家联合编写，紧密结合农村水利工程建设管理的实际需求，综合了农田水利、水资源、给排水、水环境、水土保持、信息化等学科。内容精炼、方便实用、通俗易懂，便于广大的农村水利基层服务组织的技术人员以及区县水利技术人员及管理人员学习和参考。

本教材的主要内容包括农田水利工程建设与管理、农村饮水安全工程建设与管理、农村生活污水处理工程建设与管理、农村水环境保护与坑塘治理、水资源管理、农村水土保持技术、防汛抗旱、农村水利信息技术。

本教材由汪绍盛、孙书洪任主编，杨树生、朱士权任副主编，编写过程中得到天津市水务局、天津农学院等单位的大力支持，全书由王仰仁教授主审。

由于编者水平有限，书中难免出现不妥之处，恳请读者、专家和同行批评指正。

编者

2014 年 12 月



目 录

MULU

前言

第 1 篇 农田水利工程建设与管理

第 1 章 农田水利工程规划设计	1
1.1 作物需水量	1
1.2 灌溉渠系规划设计.....	4
1.3 排水沟道系统规划设计	16
1.4 灌排泵站设计	25
1.5 机井设计	33
第 2 章 节水灌溉技术	36
2.1 渠道防渗技术	36
2.2 低压管道输水技术	42
2.3 喷灌技术	50
2.4 微灌技术	56
第 3 章 农田水利工程施工	68
3.1 渠道施工	68
3.2 灌排泵站施工	70
3.3 水闸施工	73
3.4 桥涵施工	75
3.5 工程概预算	77
第 4 章 农田水利工程管理	83
4.1 农业用水管理组织	83
4.2 灌溉用水计划	86
4.3 工程管理及养护	90
4.4 灌排泵站运行管理	97

2.1	梯田	284
2.2	沟头防护工程	295
2.3	谷坊	299
2.4	淤地坝	301
2.5	拦沙坝	307
第3章	水土保持农艺耕作措施	313
3.1	水土保持农业技术措施特征及发展	313
3.2	水土保持农业技术措施的作用	318

第7篇 防汛抗旱

第1章	概述	322
1.1	洪涝灾害的形成与特点	322
1.2	防汛抢险的基本知识	323
第2章	防汛组织与职责	331
2.1	防汛方针和任务	331
2.2	防汛组织机构与职责	331
2.3	防汛责任制	335
2.4	防汛队伍	336
第3章	防汛准备与汛前检查	338
3.1	汛前工程检查	338
3.2	防汛预案落实与物质准备	344
3.3	汛期工程检查方法	358
第4章	防汛抢险方案与措施	360
4.1	堤防及水库防汛抢险	360
4.2	河道整治工程险情抢护	372
4.3	穿堤涵闸及管道抢护	376

第8篇 农村水利信息技术

第1章	概述	379
第2章	水利信息观测及测验	380
2.1	降水观测	380
2.2	水位观测	381
2.3	流量测验	382

第2篇 农村饮水安全工程建设与管理

第1章 农村饮水安全规划设计	102
1.1 农村饮水安全规划设计程序	102
1.2 供水水源及取水建筑物	106
1.3 输配水工程	111
第2章 供水工程水处理	116
2.1 净水厂设计	116
2.2 水处理工艺及水质要求	120
第3章 供水工程设备及材料	124
3.1 水泵类型及参数	124
3.2 电气设备	127
3.3 管材及管件	131
第4章 农村饮水安全工程运行管理	136
4.1 供水管网运行与管理	136
4.2 净水厂运行与管理	138
4.3 饮水安全工程经营管理	143

第3篇 农村生活污水处理工程建设与管理

第1章 农村生活污水处理工程	148
1.1 农村生活污水治理方案	148
1.2 生活污水收集系统	151
1.3 污水处理排放标准	156
1.4 污水处理设施的选址	161
1.5 污泥处置	163
1.6 农村生活污水资源化回用	167
1.7 污水处理工艺	173
1.8 农村生活污水处理厂的典型设计	177
第2章 农村生活污水处理工程运行管理	204
2.1 排水管网管理	204
2.2 污水处理厂运行与管理	206

第4篇 农村水环境保护与坑塘治理

第1章 农村水环境保护与治理模式	212
------------------	-----

1.1	国内外农村水环境保护与治理模式	212
1.2	农村污染源控制	215
1.3	农村水环境管理	224
第2章	农村坑塘治理与水体景观	228
2.1	农村坑塘治理	228
2.2	农村水景景观的建设	230
2.3	水体生态修复	232

第5篇 水资源管理

第1章	农村水资源评价	234
1.1	水资源概述	234
1.2	地表水资源量评价	238
1.3	地下水资源量评价	242
1.4	水质评价	247
第2章	农村供需水平衡	253
2.1	需水预测	253
2.2	供水预测	263
2.3	农村供需水平衡分析	266
第3章	农村水资源保护	270
3.1	农村水资源问题	270
3.2	农村水资源保护内容	271
3.3	农村水资源保护措施	271
第4章	农村水资源管理	273
4.1	妨碍农村水资源有效利用的因素	273
4.2	水资源管理的概念和内容	274
4.3	农村水资源用水管理	275
4.4	农村水资源管理的措施	276

第6篇 农村水土保持技术

第1章	概述	278
1.1	水土保持	278
1.2	水土流失现状、趋势及危害	279
第2章	水土保持工程措施	284

2.4	地下水监测	384
2.5	水质信息采集	385
第3章	水利信息系统	388
3.1	水利信息的收集与传输	388
3.2	水量监测与传输	389
3.3	水质监测与传输	390

第 1 篇

农田水利工程建设与管理

第 1 章 农田水利工程规划设计

1.1 作物需水量

作物需水量是灌溉农业用水的主要组成部分，也是整个国民经济中消耗水分的最主要部分。因此，它是水资源开发利用时的必需资料，同时也是灌排工程规划、设计、管理的基本依据。

1.1.1 作物需水量的概念

作物需水量从理论上说系指大面积生长的无病虫害作物，在土壤水分和肥力适宜时，在给定的生长环境中能取得高产潜力条件下的植株蒸腾和棵间蒸发量，包括组成植株体所需的水量。

农田水分的消耗途径主要有 5 个部分：植株蒸腾、棵间蒸发、深层渗漏（或田间渗漏）、地表径流和组成植株体。

植株蒸腾是作物根系从土壤中吸入体内的水分，通过叶片的气孔扩散到大气中去的现象。试验证明，植株蒸腾要消耗大量水分，作物根系吸入体内的水分有 99% 以上消耗于叶面蒸腾，只有不足 1% 的水量留在植株体内，成为作物植株体的组成部分。

棵间蒸发是指植株间土壤或田面的水分蒸发，又称株间蒸发。旱作物农田棵间蒸发是指旱作物植株间的土壤蒸发，水稻田的棵间蒸发是指水稻田的水面蒸发。

深层渗漏是指灌溉水或降水水量太多，使土壤水分超过了作物根系层土壤田间持水量，下渗到不能为作物利用的深层土壤的现象。通常情况下，对于旱作农田，深层渗漏是无益的水分消耗，且会造成养分的流失，灌溉要避免产生深层渗漏。田间渗漏是指水稻田的渗漏。由于水稻田经常保持一定的水层，所以水稻田经常产生渗漏，且渗漏量较大，但是渗漏量过大也会造成水量和养分的流失。

在一定供水条件下，作物获得一定产量时实际所消耗的水量称为作物田间耗水量，简称耗水量。耗水量通常小于作物需水量。作物需水量是一个理论值，又称为潜在蒸散量（或潜在腾发量），而作物耗水量是一个实际值，又称实际蒸散量或实际腾发量。需水量与耗水量的单位一样，常以 m^3/hm^2 或 mm 水深表示。

作物生产单位产量（如 1kg 玉米）的需水量称为作物需水系数。反之，作物每消耗单位水量（mm 或 m^3 ）所能生产的产量，称为作物水分生产率，又可称为作物水分利用效率，其单位通常为 kg/m^3 。

1.1.2 作物需水量的计算

根据大量灌溉试验研究分析，作物需水量的大小与气象条件（温度、日照、湿度、风速）、土壤含水状况、作物种类及其生长发育阶段、农业技术措施、灌溉排水措施等有关。这些因素对需水量的影响是互相联系的，也是错综复杂的，目前尚难从理论上对作物需水量进行精确的计算。在生产实践中，一方面是通过田间试验的方法直接测定作物需水量；另一方面常采用某些计算方法确定作物需水量。

在生产实践中，计算作物需水量的方法大致可归纳为两类，一类是直接计算出作物需水量，另一类是通过计算参照作物需水量来计算实际作物需水量。

1.1.2.1 直接计算作物需水量的方法

一般是先从影响作物需水量的诸因素中，选择一个或几个主要因素（例如水面蒸发、气温、湿度、日照、辐射等），再根据试验观测资料分析这些主要因素与作物需水量之间存在的数量关系，最后归纳成某种形式的经验公式。当已知影响因素的参数值时，便可算出需水量。目前，在我国采用较多的有蒸发皿法、产量法和多因素法等。下面以水面蒸发为参数的需水系数法（简称“ α 值法”或称蒸发皿法）为例来介绍直接计算作物需水量的方法。

大量灌溉试验资料表明，日照、气温、湿度和风速等气象因素是影响作物需水量的重要因素，而水面蒸发量能综合反映上述各种气象因素的影响。因此，可以用水面蒸发量这一参数来衡量作物需水量的大小。这种方法的计算公式一般为

$$ET = \alpha E_0 \quad (1.1.1)$$

或

$$ET = \alpha E_0 + b \quad (1.1.2)$$

式中： ET 为某时段内的作物需水量，以水层深度计，mm； E_0 为与 ET 同时段的水面蒸发量，以水层深度 mm 计，一般采用 E601 型蒸发皿或 20cm 口径蒸发皿测定； b 为经验常数； α 为需水系数，或称为蒸发系数，为作物需水量与水面蒸发量之比值。

α 值随作物生育阶段而改变，由实测资料确定。一般条件下， α 取值为：水稻为 0.8~1.57，小麦为 0.3~0.9，棉花为 0.34~0.9，玉米为 0.33~1.0，谷糜为 0.5~0.72。

由于“ α 值法”只需要水面蒸发量资料，易于获得且比较稳定，所以该法在我国水稻地区被广泛采用。多年来的实践表明，采用 α 值法时除了必须注意使水面蒸发皿的规格、安设方式及观测场地规范化外，还必须注意非气象条件（如土壤、水文地质、农业技术措施、水利措施等）对 α 值的影响，否则将会给资料整理工作带来困难，并使计算结果产生较大误差。

1.1.2.2 基于参照作物需水量计算实际作物需水量的计算方法

参照作物需水量是指土壤水分充足、地面完全覆盖、生长正常、高矮整齐的开阔（地块的长度和宽度都大于 200m）矮草地（草高 8~15cm）上的蒸发量，一般是指在这种条

件下的苜蓿的需水量。因为这种参照作物需水量主要受气候条件的影响，所以都是根据当地的气候条件分阶段（月和旬）计算。有了参照作物需水量，然后再根据作物系数对参照作物蒸发蒸腾量进行修正，即可求出作物的实际需水量 ET 。此概念最早是由英国气象学家彭曼于 1946 年提出来的，它不受土壤含水量和作物种类的影响，故可以分为以下两步：①考虑气象因素对作物需水量的影响，用理论的、经验的或半经验的方法先算出参照作物需水量；②考虑土壤水分及作物条件的影响，对参照作物需水量进行修正，计算出实际作物需水量。

1. 参照作物需水量的计算

在国外，对于这一方法的研究较多，有多种理论和计算公式，如 Penman 法、Penman - Monteith 法、辐射法、布莱尼-克雷多法等。这些方法比较成熟、完整。其基本思想是：将作物腾发看作是能量消耗的过程，通过平衡计算求出腾发所消耗的能量，然后再将能量折算为水量，即作物需水量。其中 Penman - Monteith 法是在 Penman 法基础上加以修正提出的，并由联合国粮农组织（FAO，1998）推荐世界各地使用。

经国内外大量研究证明，Penman - Monteith 公式适用于不同地区估算参考作物蒸腾蒸发量，该腾发量为一种假想的参照作物冠层的蒸发蒸腾速率，即假设作物高度为 12cm，固定叶面阻力为 70s/m，反射率为 0.23，非常类似于表面开阔、高度一致、生长旺盛、完全覆盖地面且不缺水的绿色草地的蒸发蒸腾速率。与 20 世纪 70 年代应用的 Penman 公式比较，该公式统一了计算标准，无需进行地区率定和使用当地的风速函数，同时也不用改变任何参数即可适用于世界各个地区和各种气候，估值精度高且具备良好的可比性。

Penman - Monteith 方法使用一般气象资料（湿度、风速、温度和实际日照时数）即可计算日、旬、月的参照作物蒸发蒸腾量，因此我国在计算作物需水量时多采用此公式，但计算公式较为复杂，限于篇幅，此处不予介绍，请参阅有关书籍。

2. 实际作物需水量的计算

参照作物蒸发蒸腾量只考虑了气象因素对作物需水量的影响，实际作物需水量还应考虑作物因素和土壤含水率进行修正。Wright（1982）最早提出作物系数，用于计算实际作物需水量，并被联合国粮农组织（FAO）推荐采用。其计算公式为

$$ET = K_c K_s ET_0 \quad (1.1.3)$$

式中： ET 为实际作物蒸发蒸腾量； ET_0 为参照作物蒸发蒸腾量； K_c 为作物系数，与作物种类、品种、生育期和作物的群体叶面积指数等因素有关，是作物自身生物学特性的反映； K_s 为土壤水分修正系数，反映根区土壤水分不足对作物需水量的影响。

（1）作物系数。作物系数取决于作物冠层的生长发育。作物冠层的发育状况通常用叶面积指数（LAI）描述。叶面积指数为叶面积数值与其覆盖下的土地面积的比率。随着作物的生长，LAI 逐步从 0 增加到最大值。作物系数 K_c 在作物全生育期内的变化规律是：在生育期初始，作物系数很小。随着作物生长，作物系数也随着冠层的发育而逐渐增大。在某一阶段，冠层得到充分发育，作物系数达到最大值。此后作物系数会在一定时期内保持稳定。随着作物成熟及叶片衰老，作物系数开始下降。

作物系数受土壤、气候、作物生长状况和管理方式等诸多因素影响，因此确定作物系数的主要方法是通过田间试验，利用试验资料反求作物系数。在没有实测资料的情况下，

也可采用计算的方法确定作物系数。FAO (1998) 给出了两种计算作物系数的方法。

(2) 土壤水分修正系数。若供水充足, 没有水分胁迫时, 土壤水分修正系数 $K_s = 1$; 若供水不足, 作物遭受水分胁迫时, 土壤水分修正系数 $K_s < 1$ 。其值主要与土壤含水率或土壤水势有关, 有多种计算方法, 如, 詹森 (Jensen) 模型 (1970):

$$K_s = \frac{\ln(AW+1)}{\ln(101)} \quad (1.1.4)$$

其中

$$AW = \frac{\theta - \theta_{wp}}{\theta_c - \theta_{wp}}$$

式中: AW 为土壤实际有效水分百分数; θ 为土壤根系层实际含水率, cm^3/cm^3 ; θ_c 为田间持水量, cm^3/cm^3 ; θ_{wp} 为永久凋萎点含水量, cm^3/cm^3 。

雷志栋等建议的模型 (1988):

$$K_s = \begin{cases} 1 & (\theta \geq \theta_j) \\ a + b\theta & (\theta_{wp} \leq \theta < \theta_j) \\ 0 & (\theta < \theta_{wp}) \end{cases} \quad (1.1.5)$$

该式表示当含水率大于等于临界含水率 θ_j 时, 作物蒸发蒸腾量达到最大值, 且不受土壤水分限制; 当含水率低于该临界值时, 蒸发蒸腾量随含水率的降低而线性减小; a 和 b 为待定系数。

对于多数作物, 当根区的土壤水分含量低于毛管断裂含水量时, 作物蒸发蒸腾过程受到土壤水分含量的限制, 作物蒸发蒸腾量开始减少, 即水分胁迫开始发生。一般可取 θ_j 等于田间持水量的 65%~80%。

1.2 灌溉渠系规划设计

1.2.1 灌溉渠道系统及渠系建筑物

灌溉渠道系统是指从水源取水、通过渠道及其附属建筑物向农田供水、经由田间工程进行农田灌水的工程系统, 包括渠首工程、输配水工程和田间工程三大部分。灌溉渠首工程有水库、提水泵站、有坝引水工程、无坝引水工程、水井等多种形式, 用以适时、适量地引取灌溉水量。输配水工程包括渠道和渠系建筑物, 其任务是把渠首引入的水量安全地输送、合理地分配到灌区的各个部分。田间工程指农渠以下的临时性毛渠、输水垄沟和田间灌水沟、畦田以及临时分水等, 用以向农田灌水, 满足作物正常生长或改良土壤的需要。

在现代灌区建设中, 灌溉渠道系统和排水沟道系统是并存的, 两者互相配合, 协调运行, 共同构成完整的灌区灌溉排水系统, 如图 1.1.1 所示。

1.2.1.1 渠道系统的组成和分类

灌溉渠系由各级灌溉渠道和退 (泄) 水渠道组成。灌溉渠道按其使用寿命分为固定渠道和临时渠道两种: 多年使用的永久性渠道称为固定渠道; 使用寿命小于一年的季节性渠道称为临时渠道。按控制面积大小和水量分配层次又可将灌溉渠道分为若干等级: 大、中型灌区的固定渠道一般分为干渠、支渠、斗渠、农渠四级, 如图 1.1.1 所示。

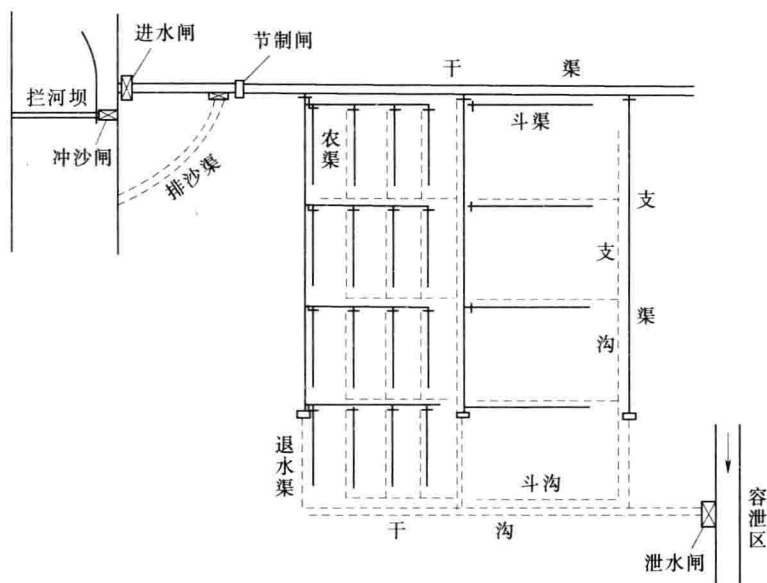


图 1.1.1 灌溉排水系统示意图

1.2.1.2 渠系建筑物

渠系建筑物系指各级渠道上的建筑物，按其作用的不同，可分为以下几种类型：

1. 引水建筑物

从河流无坝引水灌溉时的引水建筑物就是渠首进水闸，其作用是调节引入干渠的流量；有坝引水时的引水建筑物是由拦河坝、冲沙闸、进水闸等组成的灌溉引水枢纽，其作用是壅高水位、冲刷进水闸前的淤沙、调节干渠的进水流量、满足灌溉对水位、流量的要求。

2. 配水建筑物

配水建筑物主要包括分水闸和节制闸。

(1) 分水闸。分水闸的作用是控制和调节向下级渠道的配水流量，其结构形式有开敞式和涵洞式两种，如图 1.1.2 所示。

(2) 节制闸。节制闸垂直渠道中心线布置，其作用是根据需要抬高上游渠道的水位或阻止渠水继续流向下流。

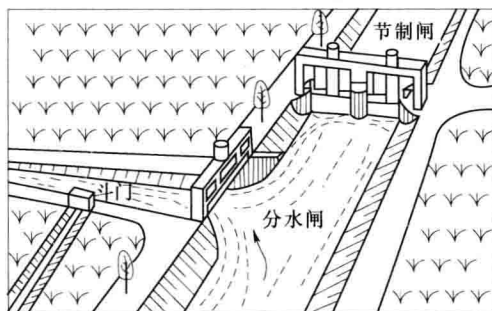


图 1.1.2 分水闸与节制闸

3. 交叉建筑物

渠道穿越山岗、河沟、道路时，需要修建交叉建筑物。常见的交叉建筑物有隧洞、渡槽、倒虹吸、涵洞、桥梁等。

4. 衔接建筑物

当渠道通过坡度较大的地段时，为了防止渠道冲刷，保持渠道的设计比降，就把渠道分成上、下两段，中间用衔接建筑物连接，常见的衔接建筑物有跌水和陡坡。一般当渠道通过落差较小的陡坎时，可采用跌水；落差较大、地形变化均匀时，多采用陡坡。

5. 泄水建筑物

为了防止由于沿渠坡面径流汇入渠道或因下级（游）渠道事故停水而使渠道水位突然升高，威胁渠道的安全运行，必须在重要建筑物和大填方段的上游以及山洪入渠处的下游修建泄水建筑物，泄放多余的水量。通常是在渠岸上修建溢流堰或泄水闸，当渠道水位超过加大水位时，多余水量即自动溢出或通过泄水闸宣泄出去，确保渠道的安全运行。

6. 量水建筑物

灌溉工程的正常运行需要控制和量测水量，以便实施科学的用水管理。

1.2.2 渠道系统的规划

1.2.2.1 灌溉渠道的规划原则

(1) 在既定的水源和水位下，各级渠道应布置在灌区的较高地带，以便自流控制较大的灌溉面积，对面积很小的局部高地宜采用提水灌溉的方式。

(2) 使工程量和工程费用最小。一般来说，渠线应尽可能短直，以减少占地和工程量。尽可能与道路和防护林带、排水渠系等统一考虑（如渠线结合防护林带布置或沿路布置），以减少渠道深挖高填和交叉建筑物的数量，节约工程投资及管理费用。

(3) 渠道的布置应尽量与行政区划或农业生产单位相结合，尽可能使各用水单位都有独立的用水渠道，以利管理。

(4) 斗、农渠的布置要满足机耕要求。渠道线路要直，上、下级渠道尽可能垂直，斗、农渠的间距要有利于机械耕作。

(5) 要考虑综合利用。山区、丘陵区的渠道布置应集中落差，以便发电和进行农副业加工。

(6) 灌溉渠系规划应和排水系统规划结合进行。在多数地区，必须有灌有排，以便有效地调节农田水分状况。通常先以天然河沟作为骨干排水沟道，布置排水系统，在此基础上，布置灌溉渠系。应避免沟、渠交叉，以减少交叉建筑物。

(7) 灌溉渠系布置应和土地利用规划（如耕作区、道路、林带、居民点等规划）相配合，以提高土地利用效率，方便生产和生活。

1.2.2.2 干、支渠的规划布置

干、支渠的布置形式主要取决于地形条件，大致可以分为以下3种类型。

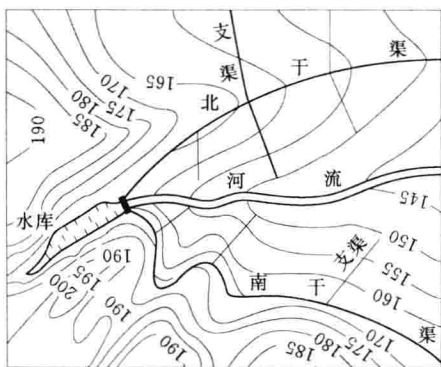


图 1.1.3 山区、丘陵区干支渠道布置

1. 山区、丘陵区灌区的干、支渠布置

山区、丘陵区地形比较复杂，岗冲交错、起伏剧烈、坡度较陡、河床切割较深、比降较大、耕地分散、位置较高。山区、丘陵区的干渠通常有两种布置方式，一种是沿灌区上部边缘布置，大体上和等高线平行，支渠沿两溪间的分水岭布置，如图 1.1.3 所示。一种是在丘陵地区，灌区内有主要岗岭横贯中部，干渠可布置在岗脊上，大体和等高线垂直，干渠比降视地面坡度而定，支渠自干渠两侧分出，控制岗岭两侧的坡地。

2. 平原区灌区的干、支渠布置

这类灌区大多位于河流中、下游地区的冲积平原，地形平坦开阔，耕地集中连片。依地形情况可分为山前洪积冲积扇灌区和河谷阶地灌区两种情况。其中山前洪积冲积扇，地面坡度较大，排水条件较好，洪、涝威胁较轻，但干旱问题比较突出。当灌区内地下水丰富时，可同时发展井灌和渠灌。干渠多沿山麓方向大致和等高线平行布置，支渠与其垂直或斜交，如图 1.1.4 (a) 所示；河谷阶地位于河流两侧，呈狭长地带，地面坡度倾向河流，高处地面坡度较大，河流附近坡度平缓，干渠多沿河流岸旁高地与河流平行布置，大致和等高线垂直或斜交，支渠与其成直角或锐角布置，如图 1.1.4 (b) 所示。

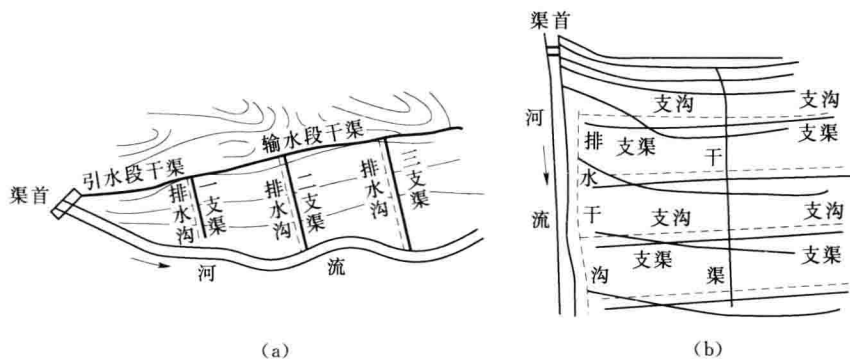


图 1.1.4 平原区干支渠道布置

(a) 山前洪积冲积扇灌区布置形式；(b) 河谷阶地灌区布置形式

3. 圩垸区灌区的干、支渠布置

分布在沿江、滨湖低洼地区的圩垸区，地势平坦低洼，河湖港汊密布。该区域由于外河水位常高于农田，人们在江河两岸和沿湖滩地圈圩筑堤防洪（挡潮），进行围垦，形成独立的区域，叫作圩垸，如图 1.1.5 (a) 所示。由于特殊的地形条件，本区常受外洪内涝威胁

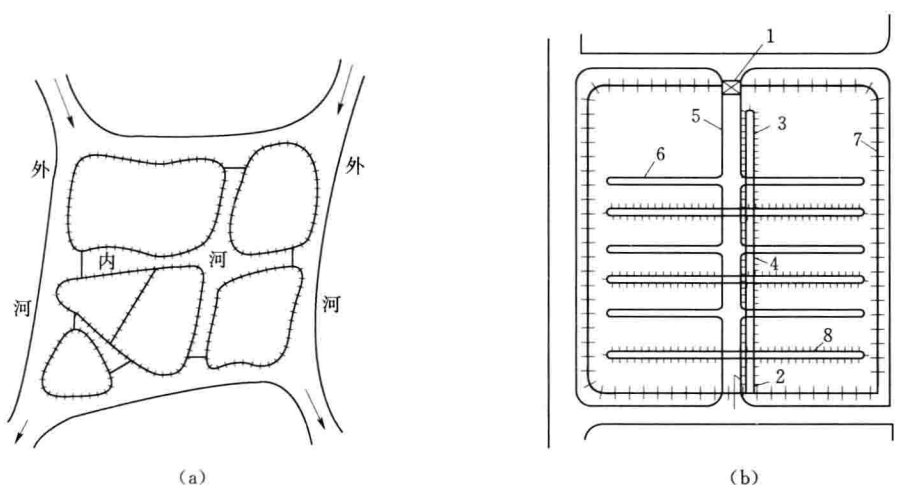


图 1.1.5 圩垸区灌、排渠系统布置

(a) 圩垸示意图；(b) 渠系统布置图

1—封闭闸；2—泵站；3—灌溉干渠；4—地下涵洞；5—排水干沟；6—排水支沟；7—圩堤；8—灌溉支渠