


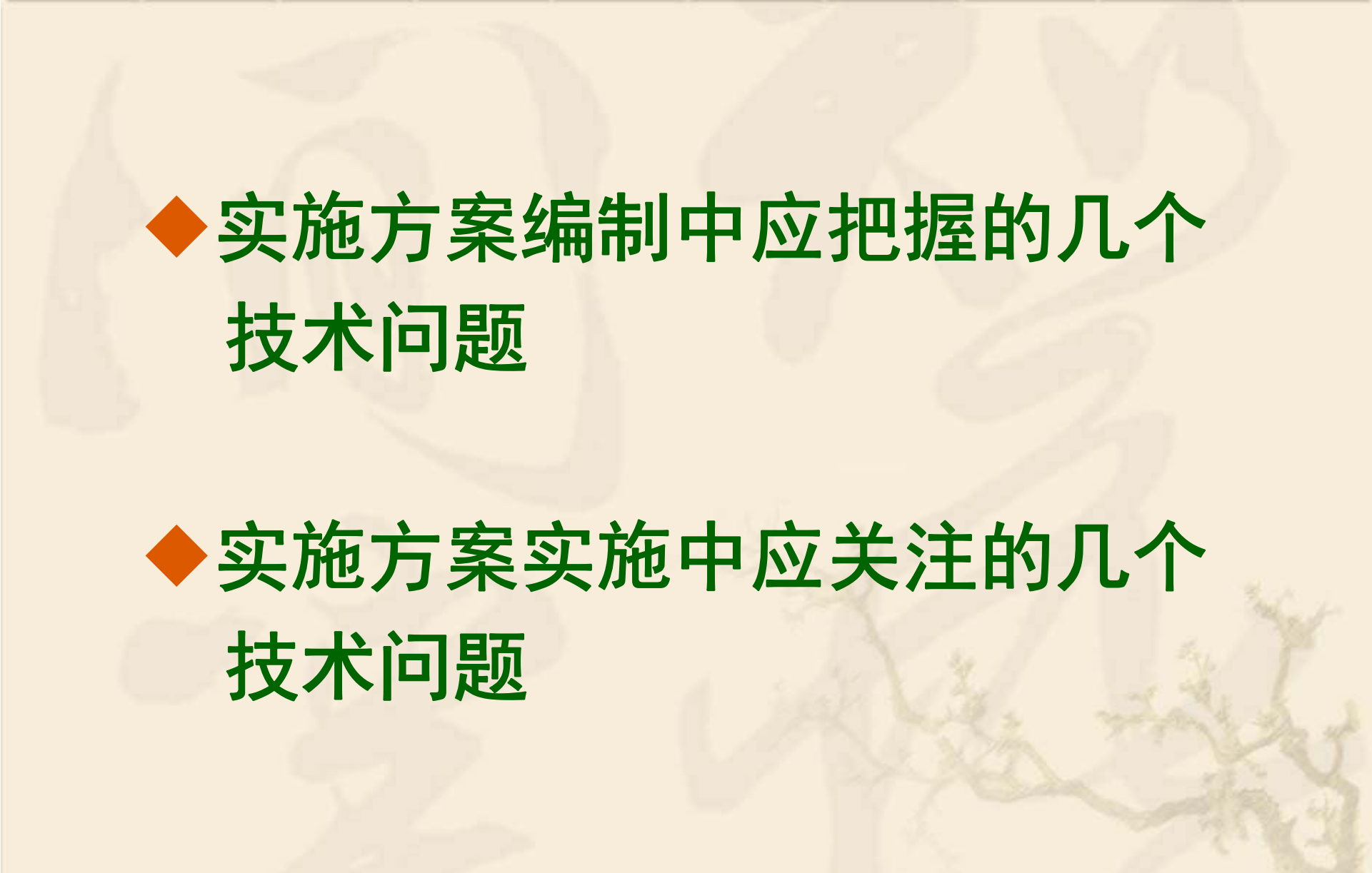


专家对口支援  
东北四省区节水增粮行动项目

# 有关技术问题探讨

任晓力

2014.06 北京

- 
- 
- ◆ 实施方案编制中应把握的几个技术问题
  - ◆ 实施方案实施中应关注的几个技术问题

## ◆ 实施方案编制中应把握的几个技术问题

- 关于依据的技术标准
- 关于灌溉设计保证率
- 关于水资源平衡分析和水量平衡计算
- 关于典型设计
- 关于投资概算与投资估算
- 关于项目长效发挥作用

## ➤ 关于依据的技术标准

编制“节水增粮行动项目”县级总体及年度实施方案时，应依据**现行的**的技术标准，主要有：

- 《节水灌溉工程技术规范》 (GB/T 50363-2006)
- 《喷灌工程技术规范》 (GB/T 50085-2007)
- 《微灌工程技术规范》 (GB/T 50485-2009)
- 《农田低压管道输水灌溉工程技术规范》  
(GB/T 20203-2006)
- 《渠道防渗工程技术规范》 (GB/T 50600-2010)
- 《泵站设计规范》 (GB 50265-2010)
- 《机井技术规范》 (GB/T 50625-2010)
- 《灌溉与排水工程设计规范》 (GB 50288-99)
- 《农田灌溉水质标准》 (GB 5084-2005)

## ➤ 关于灌溉设计保证率

- 灌溉设计保证率是设计灌溉工程时确定典型年的依据。
- 灌溉设计保证率是以正常供水或供水不破坏的年数占总设计年数的百分比来表示的。它反映了在多年运行中，灌溉用水量能得到充分满足的几率。
- 国家标准中，针对不同的灌溉方式规定了不同的灌溉设计保证率。
- 编制实施方案时，一旦确定了灌溉方式，就必须按相应国家标准要求确定灌溉工程的灌溉设计保证率。

## 国家现行技术标准规定：

- 喷灌工程灌溉设计保证率：以地下水为水源时不应低于**90%**，其他情况下不应低于**85%**。
- 微灌工程灌溉设计保证率不应低于**85%**。
- 管道输水灌溉工程灌溉设计保证率应不低于**75%**。

## ■传统地面灌溉灌溉设计保证率

灌水方法	地区	作物种类	灌溉设计保证率 (%)
地面灌溉	干旱地区或水资源紧缺地区	以旱作为主	50~75
		以水稻为主	70~80
	半干旱、半湿润地区或水资源不稳定地区	以旱作为主	70~80
		以水稻为主	75~85
	湿润地区或水资源丰富地区	以旱作为主	75~85
		以水稻为主	80~95

注：作物经济价值较高的地区取表中较大值；作物经济价值较低的地区取表中较小值。

## ➤ 关于水资源平衡分析和水量平衡计算

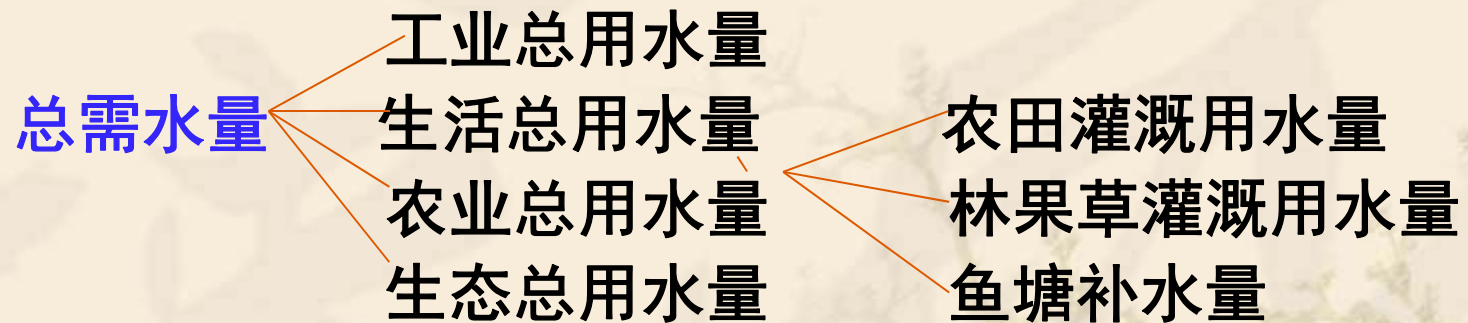
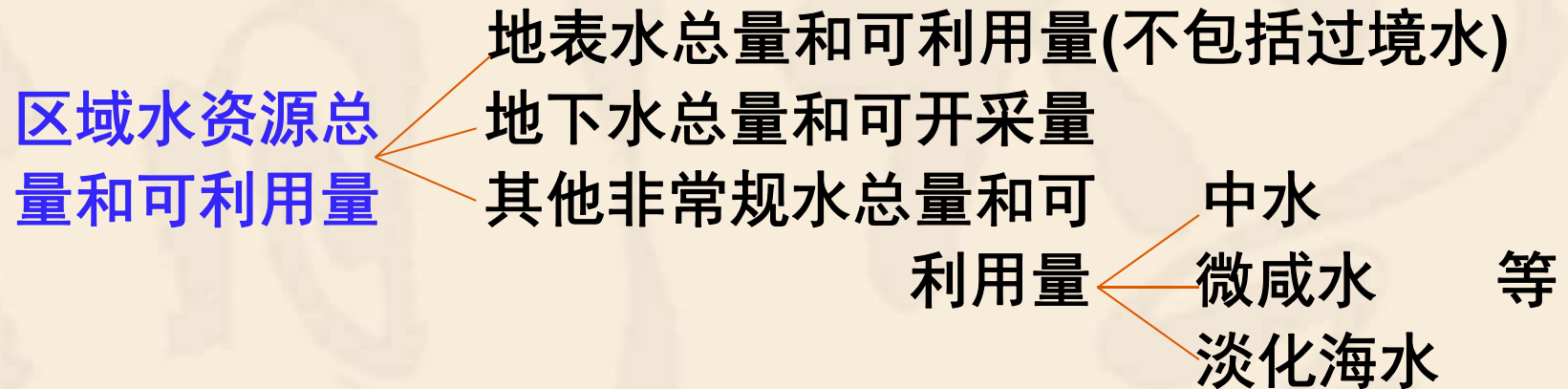
- ❖ 水资源平衡分析和水量平衡计算是两个概念。
- ❖ **水资源平衡分析**是指在一定区域内，在满足某一保证率的水平年（通常指50%保证率的平水年、75%保证率的枯水年）中，当地地表水和地下水水资源量、可利用量（或可开采量）与区域内各行业需水量之间平衡关系的分析。
- ❖ **水量平衡计算**是指在满足区域水资源供需平衡的前提下，项目区各类供水工程的供水量与各用水户的需水量之间平衡状况的计算。



## 水资源平衡分析

- 水资源平衡分析的目的在于摸清区域内现状和未来几个阶段水资源的供需关系，反映区域内水资源的余缺程度，探讨水资源开发利用的途径与潜力，为区域内经济社会可持续发展提供科学依据。
- 区域的划分：地表水按流域、水系进行划分，地下水按含水层所属地质单元进行划分；尽量考虑以行政区（县或相邻的几个乡镇）为单元，便于算清水账。

■ 水资源平衡分析需要的基本资料有：



■ 基本资料的质量至关重要，一定要真实、可信，有据可查。

- 采用典型年法进行水资源平衡分析，即用天然径流系列或年降水量系列进行频率分析计算，选择符合一定频率的几个年份作为代表年，也称典型年，用这几个年份的基本资料进行水资源平衡分析计算。

- 国家技术标准规定，典型年的频率P应选择：

平水年	$P = 50\%$ ；
一般枯水年	$P = 75\%$ ；
特别枯水年	$P = 90\%$ 或 $95\%$ 。

- 用来进行频率分析计算的天然径流系列或年降水量系列应为长系列资料，至少应为20年以上的近期资料。
- 通过对选定的典型年中区域水资源可利用量（地表水可利用量与地下水可开采量之和）和总需水量的平衡分析，确定区域水资源的余缺程度，明确相应频率下农业灌溉的可用水量。
- 典型年的频率与灌溉工程的灌溉设计保证率应基本对应一致。

## 水量平衡计算

- 水量供需平衡是一种相对平衡，是满足某一保证率下的平衡。

- 灌溉用水水量供需平衡计算

**灌溉供水量**是指在农业灌溉可用水总量的控制下不同水平年（现状水平年、设计水平年）在不同频率（50%、75%、90%或95%）条件下，通过工程措施可提供给作物的水量。

**灌溉需水量**是指在相应水平年、相应频率下农田、林果草地的作物，要求通过灌溉得到的水量。

- 在进行灌溉需水量计算时，应合理选择灌溉水利用系数值，**决不能为了凑水账而选择过高的系数值**。根据国家相关技术标准规定，灌溉水利用系数：

合格的喷灌工程可取 0.80；

合格的微喷灌工程可取 0.85；

合格的滴灌工程可取 0.90；

合格的管道输水灌溉工程可取 0.80。

- 通过对灌溉供水量和灌溉需水量进行平衡计算，确定灌溉工程的规模和可发展的节水灌溉面积，校核项目原定建设任务的合理性。

## ■ 灌溉用水水量供需平衡计算

当年总供水量  $>$  年总用水量时，在灌水临界期：

- ① 若最小供水流量  $>$  灌溉用水流量，不需蓄水；
- ② 若最小供水流量  $\leq$  灌溉用水流量，但最小供水流量  $>$  (灌溉用水流量  $\times$  每天工作时间 / 24)，则需进行日调节，建小规模蓄水工程；
- ③ 若②条不满足，则需进行月调节、或季调节、或年调节，建相应规模的蓄水工程。

当年总供水量  $\leq$  年总用水量时：

- ① 缩小灌溉面积；
- ② 将作物调整为耗水量少的作物；
- ③ 水资源条件允许时可开辟新水源。

- 井灌区进行灌溉用水水量供需平衡计算时，在原有灌溉面积上由于采用先进的节水灌溉方式而节省下的灌溉水量，应遵守下列原则处理：

① 地下水超采区，较之前少用的灌溉水量，必须完全用于减少地下水开采量。严格禁止扩大灌溉面积或调整为高收益但高耗水高产值的作物。


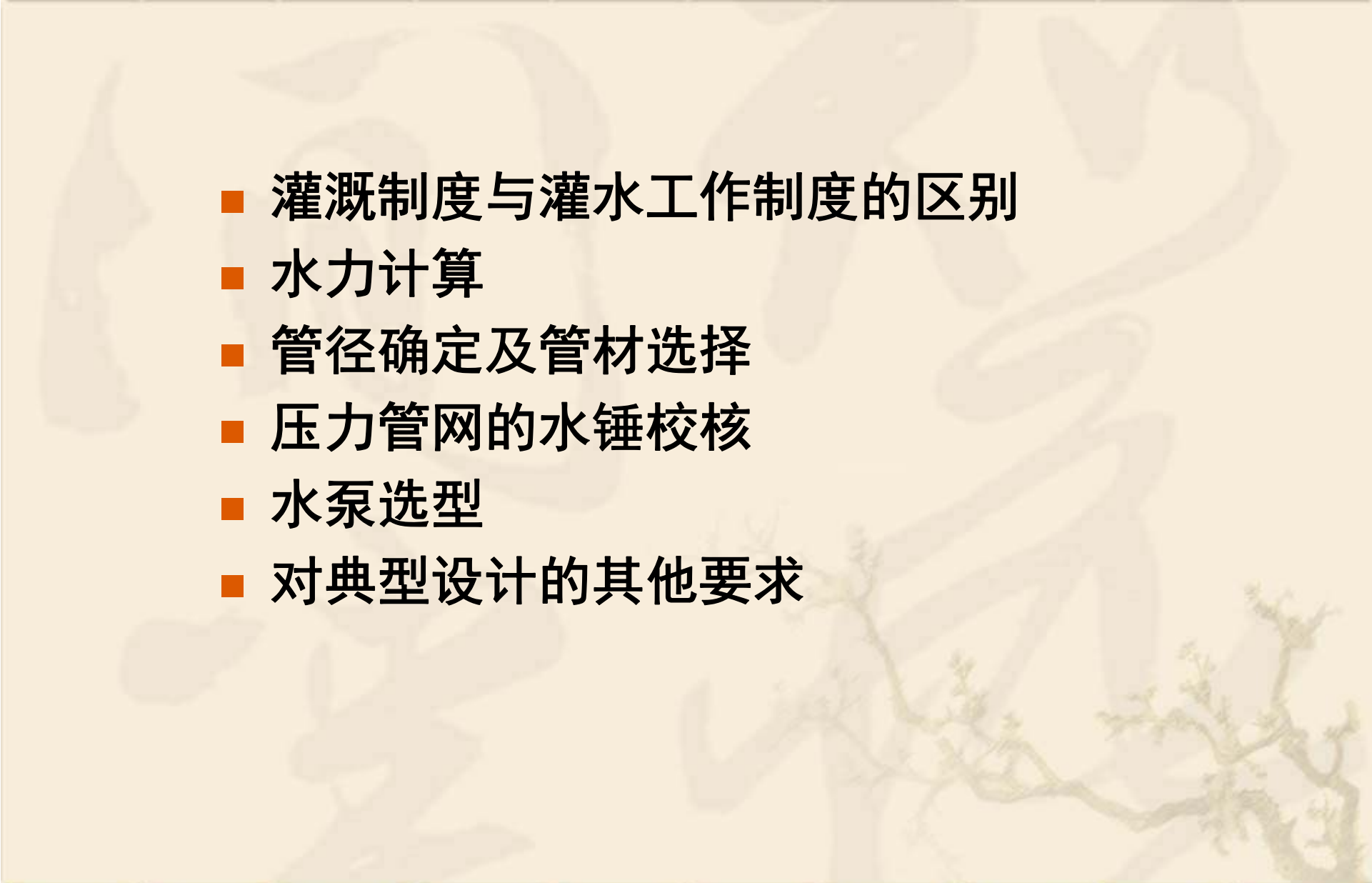
② 地下水开采率较高（ $\geq 85\%$ ）的地区较之前少用的灌溉水量，应主要用于减少地下水开采量，尽量不再扩大灌溉面积。



- 地下水采补平衡区，较之前少用的灌水量，或适当扩大灌溉面积；或用来提高原灌溉面积上的灌溉保证率；或将节省下来的灌溉水量转移为其他用途。
- 生态脆弱区限制地下水的开采量；严禁取用深层承压水发展灌溉。
- 地下水超采区不得新增取用地下水（不得打新井，不得以更新改造老井的名义新增地下水开采量）。
- 挤占河流生态环境用水的河流不得从当地取用地表水。

## ➤ 关于典型设计

“节水增粮行动”项目的投资概算是在典型工程设计概算的基础上扩大得到的。因此典型设计的数量够不够，对地块形状、面积、水源类型及位置、灌溉模式等不同的灌溉单元代表性强不强，设计深度是否达到初设要求等，均将直接影响到整个项目工程量和设备材料数量的统计，影响到国家投资依据，资金筹措方案以及招投标工作等，甚至会影响到项目的成败。所以说典型设计在实施方案中的地位是举足轻重的。

- 
- 
- 灌溉制度与灌水工作制度的区别
  - 水力计算
  - 管径确定及管材选择
  - 压力管网的水锤校核
  - 水泵选型
  - 对典型设计的其他要求

## ■ 灌溉制度与灌水工作制度的区别

**灌溉制度**是指是按作物需水要求和不同灌水方法制定的作物在全生育期内的灌水次数、每次的灌水日期、灌水定额及灌溉定额的总称。它是用来确定作物生育期内灌溉用水过程和计算作物需要的灌溉用水量的主要依据。

**灌水工作制度**是指为了落实拟定好的作物灌溉制度而制定的具体实施方案，包括设计日灌水时间、同时工作的出水口数、同时工作的出水口一次连续工作时间、一天可以轮换的次数以及轮灌编组。**它是进行灌溉系统水力计算、确定渠道断面尺寸和管道管径、以及设计流量、设计扬程的前提和基础。**

## ◆ 灌溉制度拟定

**灌溉定额**是指作物播种前及全生育期内单位面积的总灌水量（或总灌水深度）。

**设计灌溉定额**应依据典型年的灌溉试验资料确定，或按水量平衡原理确定。它等于作物全生育期内各次灌水定额之和。

**最大灌水定额**是在保证灌溉设计保证率的前提下，用来控制灌溉工程最大规模的一个参数。

**设计灌水定额**是在确定了设计灌水周期后，利用作物日腾发量与设计灌水周期来确定的。

**设计灌水定额  $\leq$  最大灌水定额**

最大灌水定额可按下式计算：

$$m_s = 0.1h\rho(\beta_1 - \beta_2)$$

式中  $m_s$ —最大灌水定额，mm；

$h$  —计划湿润层深度，cm；

$\rho$  —土壤容重，g/cm<sup>3</sup>；

$\beta_1$  —适宜土壤含水量上限（占田间持水率的重量百分比）；

$\beta_2$  —适宜土壤含水量下限（占田间持水率的重量百分比）。

- 采用上述公式时，最关键的是**计划湿润层深度**和**适宜土壤含水量上、下限**的选择是否合理，它们将直接影响灌水定额的大小，进而影响整个工程规模的大小。**不同作物应选用不同的数值。**
- 计划湿润层深度应合理确定为作物主要根系活动层深度；
- 适宜土壤含水量上限通常应不超过田间持水量的90 %，下限以维持作物不发生凋萎的田间持水量为界。



**设计灌水周期**是指相邻两次灌水允许的最大间隔时间。在这段时间内灌溉系统可以持续不断地工作，也可以只工作一段时间。所以一次实际灌水时间可以 $\leq$ 设计灌水周期，但不能小的太多，否则会造成工程规模大，利用率低。

**设计灌水周期**应根据当地试验资料确定，资料缺乏时，可按下式计算，**计算结果应取整**。

$$T = \frac{m_s}{ET_d}$$

式中  $T$  —设计灌水周期，计算结果应取整；  
 $ET_d$  —作物日腾发量，取典型年灌水高峰期平均值，mm/d。

## 延长灌水周期不能扩大灌溉系统控制面积！

灌水周期是指一次所灌的水（灌水定额）可以维持作物消耗的时间 $T$ 。过了时间 $T$ 若无降水，作物生长需要的水已经耗完，灌溉系统就必须重新开始给作物灌水，而不可以去灌其他土地。如果延长灌水周期，势必将加大灌水定额，则意味着要求水源供水流量必须增大，相应工程的规模尺度也要加大。因此说，用延长灌水周期来扩大灌溉系统控制面积的做法是概念性的错误。

（还有可能造成灌溉水的无效渗漏）

**设计灌水定额是净灌水定额** 通俗地讲可以这么理解：  
将土壤看作是装水的容器，计算它一次能够装多少水。  
这个容器长、宽无限，高为计划湿润层深度。但容器本身不是空的，而是装满了土，土颗粒之间空隙可以用来装水。但①水不能完全把空隙充满，那样透气不好会形成渍涝；②开始装水的起点又不能等到空隙间没了水，那样作物已旱死。因此，灌溉的起点是作物将要凋萎的某个值（适宜土壤含水量下限），灌溉的终点是比较接近土壤田间持水率的某个值（适宜土壤含水量上限）。

设计灌水定额 $m$ 应根据作物的实际需水要求，  
(如考虑当年的实际降水情况) 和试验资料选  
择，但要满足：

$$m \leq m_s$$

当设计灌水周期和作物日腾发量确定后，设计灌水定额 $m$ 可按下列式计算：

$$m = ET_d T$$

设计灌水定额 $m$ 单位换算：

$$1(\text{mm}) = 2 / 3 (\text{m}^3 / \text{亩})$$

## 作物需水

**生理需水**指植株蒸腾及构成植株体的水量之和（作物进行正常生理活动所需要的水分）

**生态需水**指作物的棵间蒸发（调节和改善作物生长发育的环境条件所需的水分）

**作物需水量**是指作物正常生长时的生理需水和生态需水量之和，通常因构成植株体的水量相对很小，故常以作物正常生长时的蒸腾量、蒸发量之和，即腾发量代替作物需水量。

**作物腾发量**，即作物需水量，是指在一定的耕作、栽培、土壤、气候条件下，作物生育期所必须消耗的水量，包括棵间蒸发（水分从植株棵间土面或水面由液态变为汽态而散发到大气中的水量）和植株蒸腾（植物体内的水分转变为水汽散发到体外的水量）所消耗的水量之和。

**作物腾发量**应依据当地灌溉试验资料确定；无资料时可根据气象、作物、地理等资料，利用修正彭曼法进行计算。

**灌水次数**应根据当地试验资料确定。

缺少试验资料时，可根据典型年按水量平衡原理拟定的灌溉制度确定，或依当年的降水情况确定。

## ◆ 灌水工作制度拟定

灌水工作制度包括：

- 设计日灌水时间  $t_d$
- 一个出水口一次连续工作时间  $t$
- 一天可以轮换灌溉的次数  $n_d$
- 同时工作的出水口数  $m_p$
- 拟定轮灌编组



- 设计日灌水时间  $t_d$

为了提高灌溉工程设施和设备的利用率和利用效率，降低亩投资，同时便于设施 and 设备的维护和维修，灌溉系统的设计日灌水时间应当适中。如机泵的设计日灌水工作时间应  $\leq 22\text{h}$ ；喷灌和微灌系统的设计日灌水 工作时间宜  $16\sim 22\text{h}$ 。

● 一个出水口一次连续工作时间  $t$

$$t = mA / Q \eta$$

式中  $m$  — 设计灌水定额,  $\text{m}^3 / \text{亩}$   
 $A$  — 一个出水口控制的面积, 亩;  
 $Q$  — 一个出水口的流量,  $\text{m}^3 / \text{h}$ ;  
 $\eta$  — 灌溉水利用系数。

- 一天可以轮换灌溉的次数 $n_d$

$$n_d = t_d / t$$

一天可以轮换灌溉的次数应当是整数，如果计算结果不是整数应取整。（通过适当调整一个出水口一次连续工作时间和设计日灌水时间，将一天工作位置数凑成整数。）

- 同时工作的出水口数  $n_p$

$$n_p = \frac{N_p}{(n_d T)}$$

式中  $N_p$ —灌区的总出水口数

喷灌系统或微灌系统同时工作的出水口数应当是一条支管或一条毛管的整数倍；管道输水灌溉系统同时工作的出水口数应当是一个阀门控制的整数倍。

## ● 轮灌编组的确定

- ✓ 通过轮灌编组和轮灌顺序的确定，可找出整个灌溉系统运行中最不利的（运行时需要的扬程最高或流量最大）一组和最有利的（运行时需要的扬程最低或流量最小）一组。
- ✓ 轮灌编组和轮灌顺序的确定是水力计算的基础，是指导灌溉系统运行的依据。

轮灌编组即是将灌溉系统内的出水口按计算出的同时工作的出水口数进行分组，并科学合理的确定每一组在设计灌水周期内的工作顺序。

**（典型设计时应做出轮灌编组表）**

轮灌编组应遵照方便运行管理和尽量分散上一级渠道或管道流量的原则进行。提水灌溉的灌区，为使水泵经常保持在高效区范围内运行，要求各轮灌组需求的流量和扬程尽量相等。

## ■ 水力计算

**水力计算**是指通过利用水力学公式，计算水流能量的利用值和消耗值，从而为确定和校核管道（包括管网）、明渠及各种水工建筑物的结构型式、尺寸（含过流断面的形式和尺寸）、选用材料以及水泵机组选型等，提供力学依据的计算。

**管道水力计算**主要是计算压力管网中各级管道的水头损失，其目的是为了合理选定各级管道的管径、管材、压力等级和确定灌溉系统的设计流量和设计扬程。

管道水头损失 =  
沿程水头损失 + 局部水头损失



## 沿程水头损失计算 ( $h_f$ )

沿程水头损失计算公式是一个指数多项式，式中各系数、指数的值与公式中各参数选用的单位密切相关，必须相对应。

$$h_f = \frac{fLQ^m}{d^b}$$

式中  $h_f$ —沿程水头损失；  
 $f$ —摩阻系数；  
 $L$ —管长；  
 $Q$ —流量；  
 $d$ —管内径；  
 $m$ —流量指数；  
 $b$ —管径指数。

当 $h_f$ 、 $L$ 的单位为m、 $d$ 的单位为mm、 $Q$ 的单位为 $m^3/h$ 时， $f$ 、 $m$ 、 $b$ 数值表如下：

管材		$f$	$m$	$b$
混凝土管、 钢筋混凝土管	$n=0.013$	$1.312 \times 10^6$	2	5.33
	$n=0.014$	$1.516 \times 10^6$	2	5.33
	$n=0.015$	$1.749 \times 10^6$	2	5.33
钢管、铸铁管		$6.25 \times 10^5$	1.9	5.1
硬塑料管		$0.948 \times 10^5$	1.77	4.77
铝管、铝合金管		$0.861 \times 10^5$	1.74	4.74

地埋薄壁塑料管的 $f$ 值，宜用表内 $f$ 值的1.05倍

《喷灌工程技术规范》、《农田低压管道输水灌溉工程技术规范》

当 $h_f$ 、 $L$ 的单位为m、 $D$ 的单位为mm、 $Q$ 的单位为L/h时， $f$ 、 $m$ 、 $b$ 数值表如下：

管材		$f$	$m$	$b$	
硬塑料管		0.464	1.77	4.77	
微灌用聚乙烯管	$D > 8\text{mm}$	0.505	1.75	4.75	
	$D \leq 8\text{mm}$	$Re > 2320$	0.595	1.69	4.69
		$Re \leq 2320$	1.750	1.00	4.00

地面移动软管的沿程水头损失为按公式计算值的 1.1~1.5 倍数。  
《微灌工程技术规范》

## 多孔出流管道沿程水头损失计算

多口出流管道是指同一直径的管道上，沿程有等距、等量出流，且末端无出流的管道。喷灌的支管、滴灌的毛管均为多口出流管。

多口出流管道的计算公式是

$$h'_{fz} = Fh_{fz}$$

式中  $h'_{fz}$  — 支管沿程水头损失，m；  
 $F$  — 多口系数；  
 $h_{fz}$  — 无出流支管沿程水头损失，m。

## 塑料管、铝管的多口系数 $F$ 值

开口数	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$X=1$	0.47	0.45	0.44	0.43	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40
$X=0.5$	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38

$X$ 等于支管上第一个喷头距支管首端的距离与支管上喷头间距的比值。通常选 $X=0.5$ 。

## 局部水头损失计算

$$h_j = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

- 式中  $h_j$  —局部水头损失, m;  
 $v$  —过水断面平均流速, m/s;  
 $g$  —重力加速度, 9.8 m/s<sup>2</sup> ;  
 $\zeta$  —局部水头损失系数。

在实际工程设计中, 为简化局部水头损失计算, 局部水头损失通常按沿程水头损失的10%~15%计。

## 水力计算中应关注的问题

① 为了保证灌水质量，国家技术标准规定：

**喷灌系统** 同一支管上任意两喷头之间流量差限定在10%以内；

**微灌系统** 同一灌水小区各灌水器间的流量差限定在20%以内；

**低压管道输水灌溉系统** 限制同一轮灌组中各给水栓的出流量差别为25%以内。

## ②灌溉系统设计工作水头（设计扬程）

- ★为了保证水泵在高效区中运行，要求系统中各轮灌组对水泵要求的设计扬程应尽量相近。因此要求在编制轮灌组时应特别经心，多方案比较。
- ★喷灌、微灌通常是选用最不利管线计算设计工作水头，用最有利管线工作水头进行校核，使水泵工作点位于其高效区内。
- ★管道输水灌溉系统的设计工作水头，是用管线要求的最大和最小工作水头的平均值计算。选泵时，让最大和最小工作水头要求的水泵工作点位于高效区的边界范围内。
- ★自压灌溉系统和较大规模的管道输水灌溉系统，设计工作水头以最不利点为基准进行推求。



③管道系统各级管材的设计工作压力(即管道的压力等级), 可按其正常运行情况下最大工作压力(不含冲击压力)的1.4倍来选; 最大工作压力可根据系统运行中可能出现的各种情况比较后确定。

## ■管径确定及管材选择

- 支管以上管道（干管、分干管）管径的确定：  
按费用最小原则确定，即采用经济管径，其估算公式为：

$$\begin{aligned} \text{当 } Q \leq 120 \text{m}^3/\text{h} \quad D &= 13 \sqrt{Q} \\ \text{当 } Q > 120 \text{m}^3/\text{h} \quad D &= 11.5 \sqrt{Q} \end{aligned}$$

式中  $Q$  – 管道流量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  
 $D$  – 管道内径,  $\text{mm}$ 。

经济管径中的流速为经济流速，最小流速不应低于**0.8m/s**，最大流速不宜超过**2.5m/s**。

## ● 支管管径的确定

支管管径可通过下式反求

$$h_{fz}' = F f L Q^m / d^b$$

- 式中
- ① 各符号的意义同前；
  - ②  $h_{fz}'$  最大取  $0.2h_p$ ，当地形有坡度时从  $0.2h_p$  减去高差。

计算出的各级管道的管径，**均必须整合成标准管径。**

## ● 管材的选择

- ★ 管材是喷灌、微灌、低压管道输水灌溉系统的重要组成部分，它直接影响着灌溉工程的质量和投资。
- ★ 管材的管径、压力等级和强度应满足灌溉工程设计成果要求。
- ★ 管材的公称压力应大于运行时管内最大工作压力的1.4倍（**管材的公称压力 ≠ 管材的爆破压力**）。当管道内可能产生较大水击压力时，管材的允许工作压力应不小于水击时的最大压力。

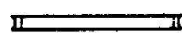
- ★管材外观应符合其相关产品标准要求，同时因长期与土壤接触，还应满足耐土壤化学侵蚀要求。
- ★管件的公称压力应大于管材的公称压力
- ★管材与管材、管件以及附属设备连接应方便可靠，连接处应满足工作压力、强度、刚度、抗弯折、抗渗漏以及安全性等方面的要求。
- ★移动管道应轻便、易快速拆卸、耐碰、耐磨、不易被扎破、抗老化性能好等。
- ★地埋管道应能承受一定的局部沉陷应力，在农机具和车辆等外荷载作用下管材的径向变形率不应大于5%。

**薄膜闸管灌溉系统**是由田间输水塑料薄膜软管和开度可调节的配水口等部分组成。田间输水软管一般由聚乙烯（PE）薄膜软管制成，它的作用是代替了田间毛渠和输水垄沟，减小了田间输水损失。配水口可以控制入畦流量。田间闸管系统集田间输水和灌水控制系统为一体，成为实施长畦分段灌、细流沟灌和波涌灌的主要工具。

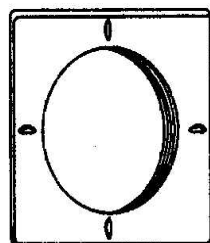




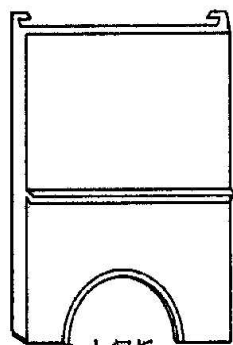
a, 闸口



b, 压环



c, 闸窗



d, 闸板





## ■ 压力管网的水锤压力校核

★ 在灌溉系统的压力管网中，当关阀历时  $T$

$$T \geq 40L / a_w,$$

式中  $L$ —管长；

$a_w$ —水锤波传播速度。

可不验算水锤压力。

★ 如果水锤压力超过管道试验压力、水泵最高反转转速超过额定转速1.25倍、管道内水压接近汽化压力时，则应采取相应的水锤防护措施。

★ 水锤防护措施有安装安全阀、空气阀、逆止阀等管件，安装水锤消除器等。

- ★操作运行中应缓慢启闭阀门，以延长阀门启闭时间，从而避免产生直接水击并可降低间接水击压力。
- ★由于水击压力与管内流速成正比，因此在设计中应控制管内流速不超过最大流速限制范围。
- ★由于水击压力与管道长度成正比，因此在设计中可隔一定距离设置具有自由水面的调压井或安装安全阀和进排气阀，以缩短管道长度并削减水击压力。

## ■水泵选型

在节水灌溉工程中常用的水泵都是离心泵，离心泵是叶片式泵，它是通过装有叶片的叶轮在泵壳内高速旋转来完成能量转换的。

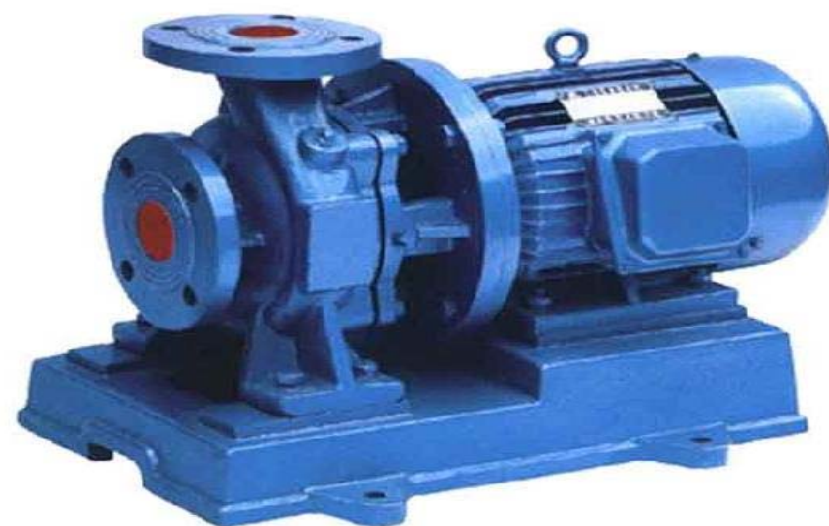
常用的泵型有：

单级单吸离心泵

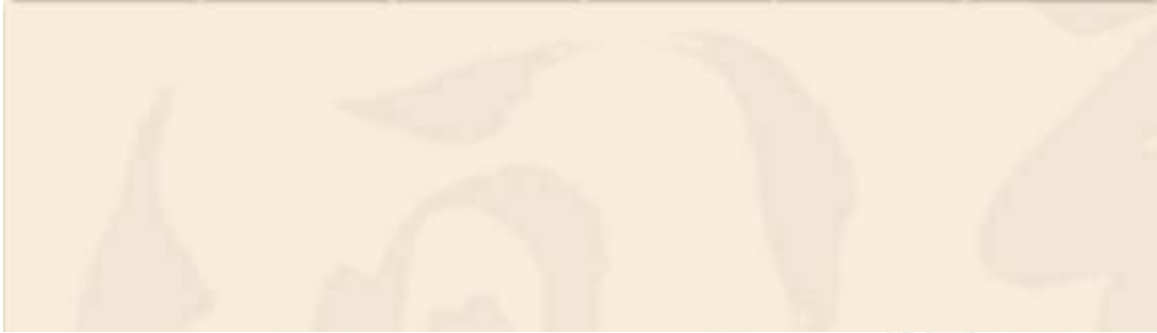
单级双吸离心泵

潜 水 电 泵

自 吸 泵



单级单吸离心泵机组



# 双吸泵机组





潜水电泵



自吸泵

## 离心泵的性能参数

离心泵的性能参数是用来表征离心泵性能的一组数据（共有6个），包括：

流量、扬程、功率、  
效率、转速

允许吸上真空高度。

在每台水泵的铭牌上标注的这些参数值，均为该台水泵的设计工况值。（额定工况值）

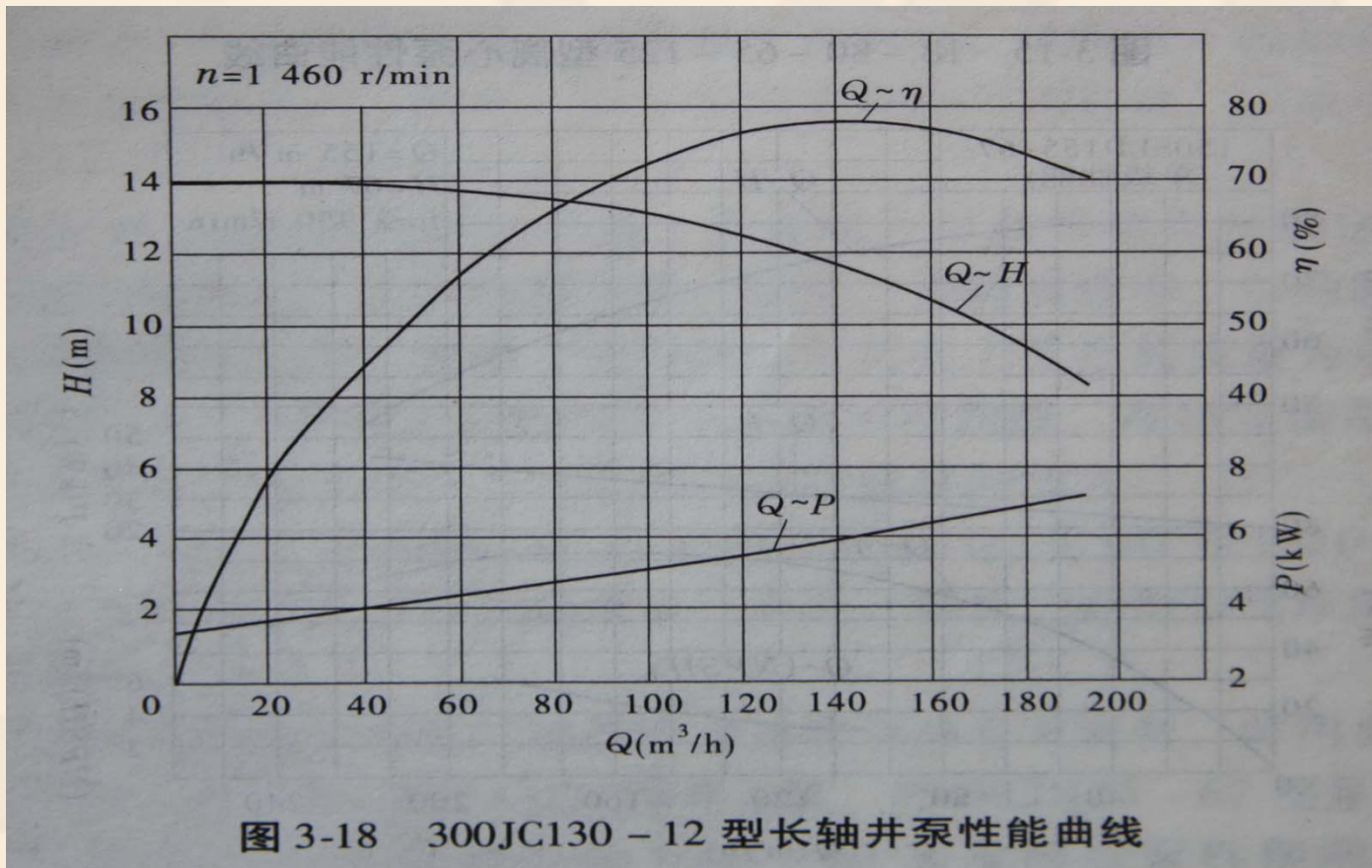
在这6个参数中，当转速值发生变化时，其他5个参数值将随之发生变化。



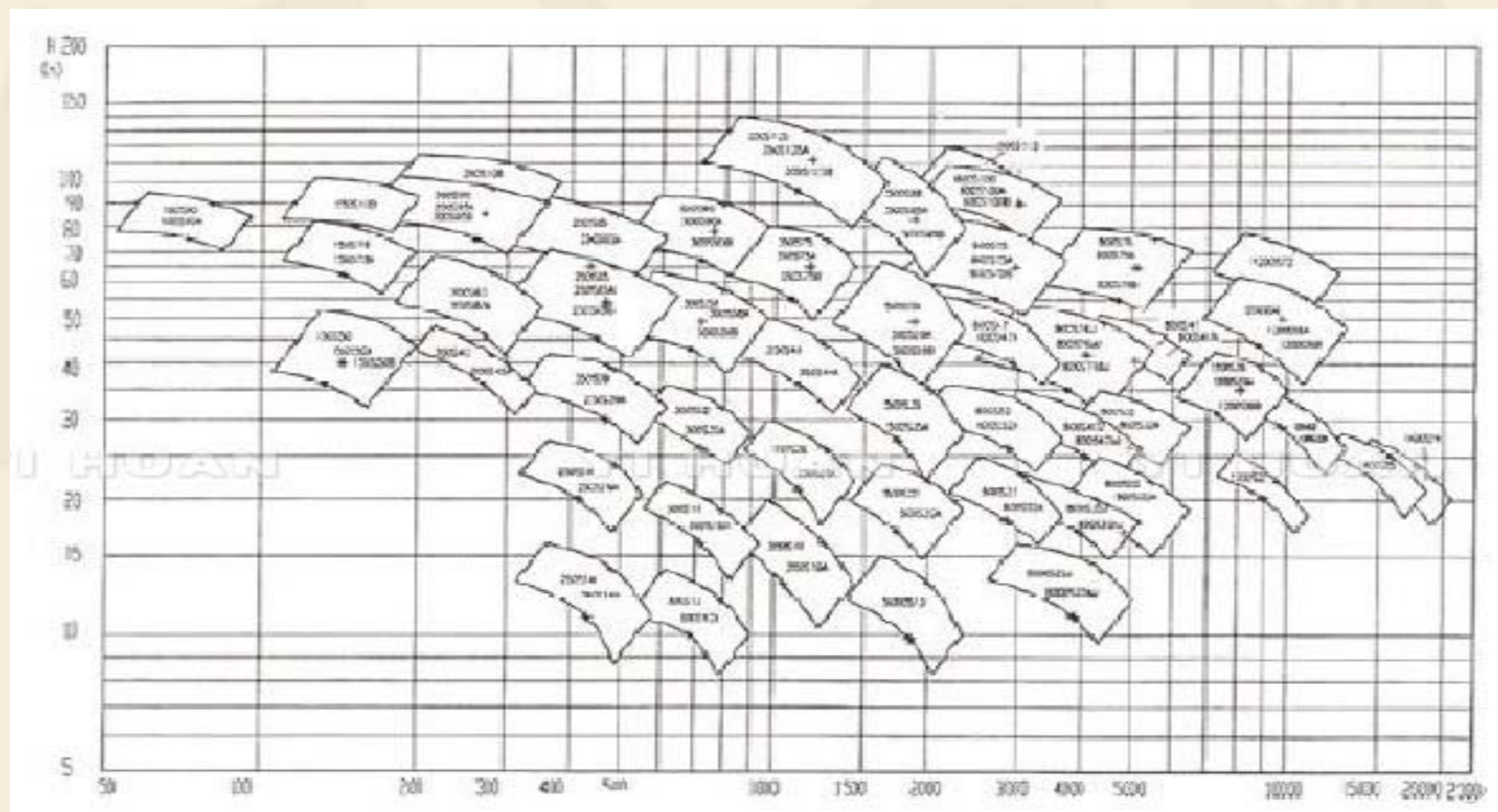
## 离心泵的性能曲线

★由于水泵的6个性能参数之间既相互联系，又相互制约，关系比较复杂，因此目前尚不能用数学上的函数关系准确地表达它们之间的变化规律，所以一般都通过**水泵实验的方法**采集水泵的性能参数，然后用性能关系曲线来表达。这个关系曲线即为水泵的基本性能曲线。

★将泵的转速 $n$  作为常量，将扬程 $H$ 、功率 $P$ 、效率 $\eta$  和允许吸上真空高度 $H_s$ ，随流量 $Q$  变化而变化的关系用曲线的形式表示。即在以流量为横坐标，以扬程、轴功率、效率、允许吸上真空高度为纵坐标的坐标图上，分别绘制成的 $Q-H$ 曲线、 $Q-P$ 曲线、 $Q-\eta$ 曲线、 $Q-H_s$ 曲线，统称为水泵性能曲线。



水泵的性能曲线图一定是在某一特定转速下的。



离心泵综合型谱图

## 离心泵正常运行时工作点的确定

### ★水泵的工作点

将所选水泵的流量-扬程曲线 ( $Q-H$ ) 和灌溉系统的需要扬程曲线 ( $Q-H_{需}$ )，画在同一坐标系中，这两条曲线的交点，就是这台水泵在该灌溉系统中运行时的工作点。

★工作点所对应的流量和扬程，就是这台水泵正常运行时，可提供给灌溉系统的流量和扬程。

★由工作点不仅可以确定 $Q$ 和 $H$ ，而且还可以从水泵性能曲线图上查出与 $Q$ 相对应的其他工作参数 $P$ 、 $\eta$ 、 $H_s$ 等。以便校验水泵工作效率的高低，相对应的功率的大小，是否有汽蚀发生的危险。

★显然，水泵运行中的实际工作点并不一定是水泵铭牌上标注的额定工况点的值。

## 水泵并联运行时工作点的确定

- ★ 在节水灌溉工程中，经常会出现由几台水泵向一条公共管道供水的情况，即水泵的并联工作情况。
- ★ 水泵并联运行时应先用**横加法**做出水泵并联以后的  $(Q-H)_{\text{并}}$  曲线，其与  $(Q-H_{\text{需}})$  曲线的交点，为并联水泵的工作点。
- ★ 该工作点对应的  $Q$ 、 $H$  是这几台泵共同向灌溉系统提供的。
- ★ 利用该工作点可以找出并联时每台泵分别向灌溉系统提供的  $Q$ 、 $H$ 。

★水泵在并联工作时，

- ①各台水泵提供给联结点的压力是相同的。
- ②并联时每台水泵的工作点均位于其单独在此系统中工作时的工作点的左侧。
- ③并联时每台水泵的流量均小于它单独向同一条管路供水时的流量。
- ④并联时每台水泵的功率均小于它单独向同一条管路供水时的功率，因此为水泵选配动力机时应按其单独工作时所需的功率配套。



## 离心泵选型使用应关注的几个问题

选择水泵不能仅看水泵铭牌，更重要的是应看水泵是否能经常保持在高效区内运行。

选择水泵时：

- ①应根据灌溉系统的设计流量和设计扬程值，初选额定流量和额定扬程值与其相近的水泵。
- ②看由最不利管线的（ $Q-H_{需}$ ）曲线和水泵（ $Q-H$ ）曲线确定的工作点是否落在水泵的高效区范围内。

- ③再用最有利管线的 ( $Q-H_{需}$ ) 曲线和水泵 ( $Q-H$ ) 曲线确定的工况点来校核, 看是否也落在所选水泵的高效区范围内。
- ④若工况点落在水泵高效区外的左侧, 则可通过增大管径的方式使 ( $Q-H_{需}$ ) 曲线向右下方移动 (变缓), 使工况点向右沿水泵 ( $Q-H$ ) 曲线移进水泵高效区范围内。
- ⑤若工况点落在水泵高效区外的右侧, 则应该减小管径, 使 ( $Q-H_{需}$ ) 曲线向左上方移动 (变陡), 使工况点沿水泵 ( $Q-H$ ) 曲线向左移进水泵高效区范围内。

★离心泵（井泵基本为离心泵）出口处必须安装闸阀，不能采用快速开启和关闭的球阀。启动时应关阀启动

★首部应设置真空表（安装在连接水泵进口的直管段上）、压力表（安装在连接水泵出口的直管段上）、水表（安装在水泵出水管上闸阀的后面）、逆止阀（安装在水泵出水管上闸阀的前面），水泵扬程较高时（大于30米）应安装安全阀（安装在水泵出水管上闸阀的后面）。

- ★离心泵运行时真空表和压力表读数之和即为当时水泵的实际扬程。
- ★水泵吸水管的进口应安装在动水位以下2m。
- ★井用潜水泵配套的出水管，在经济合理且不影响安装和检修的前提下，泵管可增大一级管径。

## 关于“渠道防渗工程”

- ①该衬则衬，该渗则渗，不必一衬到底（比如井渠结合灌区）。
- ②积极采用优秀的渠道断面形式：  
 $Q \geq 1\text{m}^3/\text{s}$ 时，应采用弧形坡脚矩形、梯形断面或弧形底梯形断面；  
 $Q < 1\text{m}^3/\text{s}$ 时，应采用U型断面。
- ③渠系建筑物的更新改造与渠道防渗同等重要；进行更新改造时要增设量水设施。
- ④关注新型防渗材料和技术的研究与应用。

## 关于“管道输水灌溉工程”

- ①一个完整的管道输水灌溉工程不仅仅是输水系统应实现压力管道化，而且在管道系统控制范围内的田间，节水灌溉措施也必须符合《农田低压管道输水灌溉工程技术规范》的要求，如田面应平整、短沟小畦规格应合理、给水栓间距应适中等。
- ②当铺设管道的地形较陡时，会产生较大的静水压力。在选择管材的耐压等级和设置管路的管件及减压设施时应充分考虑这点。

## 关于“喷灌工程”

- ①单喷头在喷洒范围内的水量分布实际上是不均匀的，但要求喷头组合后喷洒在灌溉面积上的水量分布是均匀的。（喷灌能增产提质的基础）
- ②在满足喷灌均匀度的同时，喷灌强度应控制在适宜范围内。（喷灌不产生田面积水和径流的保证）
- ③无明显主风向时，喷头应正方形布置，喷头组合间距应为  $(0.6 \sim 1.0) R$ 。这是关键！
- ④喷头的雾化指标应选择合理，不是越高愈好，应是越适宜越好。

## 关于“滴灌工程”

- ①滴灌的优势不仅仅是省水，它还可实现肥随水走。因此**应重视利用滴灌系统实现施肥，一举两得。**
- ②为使灌溉面积上工作着的所有滴头流量基本一致，一定要控制单根毛管的长度在允许最大长度之内。
- ③要搞清楚滴灌系统中辅管的作用，辅管与支管的关系。
- ④滴灌是局部灌溉，在确定滴灌系统的灌溉制度时（特别是对果树滴灌）要充分考虑湿润比和种植密度。



## ■ 对典型设计的其他要求

- ★ 各类节水灌溉技术的灌溉水利用系数不同，湿润比不同，因此它们对同一作物灌溉时的毛灌水定额是不同的。特别是采用各类节水灌溉技术后，千万不能再按传统地面灌的毛灌水定额进行灌溉。
- ★ 典型设计应提供1:2000~1:500的地形图，在图上进行节水灌溉工程的平面布置；标出水源工程位置、机井布局；画出田间工程布置示意图。

- ★ 当开挖骨干渠道或铺设骨干管道的地形起伏不平时，应画出渠道或管道的纵剖面图。在纵断面图上标注各级管道桩号、高程、给水装置、保护设施、连接管件及附属建筑物的位置等。
- ★ 采用微灌技术时，应画出灌溉系统首部布置图。
- ★ 取用地下水时，应给出机井柱状剖面图；取用地表水时，应画出水源工程（泵站、蓄水池、引水建筑物等）、镇墩、闸阀井等设计图。

## ➤ 关于投资概算与投资估算

**投资估算** 是拟建项目编制项目建议书、可行性研究报告的重要组成部分，是项目决策的重要依据之一。

**投资概算** 在初步设计或扩大初步设计阶段，由设计单位根据初步设计或扩大初步设计图纸，概算定额、指标，工程量计算规则，材料、设备的预算单价，建设主管部门颁发的有关费用定额或取费标准等资料，预先计算工程从筹建至竣工验收交付使用全过程建设费用的经济文件。

## 投资估算的作用

- 投资估算是项目主管部门审批项目建议书和可行性研究报告的依据之一，并对制定项目规划、控制项目规模起参考作用。
- 投资估算是项目筹资决策和投资决策的重要依据，对于确定融资方式、进行经济评价和进行方案选优起着重要的作用。
- 投资估算既是编制初步设计概算的依据，同时还对初步设计概算起控制作用，是项目投资控制目标之一。

## 投资概算的作用

- 国家确定和控制基本建设总投资的依据。
- 确定工程投资的最高限额。
- 工程承包、招标的依据。
- 核定贷款额度的依据。
- 考核分析设计方案经济合理性的依据。

“东北四省区节水增粮”项目县级总体和年度实施方案编制要求达到初设深度，因此应做投资概算。

## ➤ 关于项目长效发挥作用

“东北四省区节水增粮”项目实现长效发挥作用，必须做好以下几点：

- 当地政府对项目建设、运行的组织领导、统筹协调作用不断线。
- 项目的前期工作必须扎实，县级总体和年度实施方案既要符合国家对项目建设的总体要求，又切实结合当地的实际。节水灌溉工程的技术设计、施工、运行管理均应能严格执行国家相关技术标准。

- 严把节水灌溉设备和材料采购关，严把节水灌溉工程施工质量关。
- 既能充分发挥项目区农民的主体作用，又有相应实力且能持久给予技术支撑的科研单位和技术服务组织。
- 工程建成后，管护主体是各种形式的农民合作组织，且有可操作性的维护经费筹措办法和渠道。

## ◆ 实施方案实施中应关注的几个技术问题

- 两个不吻合：实施方案中的地块位置、面积以及采用的节水灌溉技术与水资源论证报告不吻合；项目已实施的地块位置、面积以及采用的节水灌溉技术与实施方案不吻合。

①水资源论证报告对实施方案失去了约束力，将无法考证项目实施是否有可利用的水资源支撑，水资源论证报告形同虚设。

②实施方案成了一张“镜子里的的画饼”，项目建设任务、实际投资将无据可依。



- 未考虑当地的实际，生搬硬套他人的经验。不管适用与否，一股脑儿的就是发展滴灌、发展膜下滴灌，结果农民不认可，损坏了滴灌的声誉，从长远看，影响了滴灌技术的推广应用。

①有的地方多年平均降水量 570多mm，积温也够，通常亩产能达1700多斤，特殊干旱年适当补充灌1 -2次即可。现在非要搞膜下滴灌，结果地温太高，导致玉米早衰减产。农民抱怨膜下滴灌是“都出汗了还要盖被子”。

②有的地方农机具、农艺措施不配套，覆膜需要人工压土，出苗时还需人工放苗，效率低，增加了劳动强度，农民把膜下滴灌称为“磨人滴灌”

## ■ 关于地理管道埋深问题

东北地区冻土层埋深一般在1.8 ~ 2.5m，项目实施中：

- ①有的地理管道铺设在冻土层以下，埋深达2.5m以上，挖沟占地较多。常因抢工期，回填土不能按原来土层的位置回填，生土翻到地表，减小了种植面积；还有大的冻土块回填时砸坏了管子；回填土碾压不实，降水后管沟处出现塌陷，影响机耕。
- ②有的地理管道铺设在冻土层中，埋深0.8m左右，管道铺设线路不平顺。灌溉结束后管中余水很难排净，管子易冻裂。

- 先进的节水灌溉技术适应于现代农业生产，特别是喷灌、滴灌技术，只有在土地集中连片、统一种植、统一经营管理的前提下，才能更好的发挥其效益。一家一户分散经营的农业生产方式很难发挥先进节水灌溉技术的优势。也就是说，在一家一户分散经营的农业生产方式下，选用喷灌、滴灌技术是不合理的。采用行政手段硬性推广，劳民伤财，不可持续。因此，必须先转变农业生产经营方式，再发展先进的节水灌溉技术。

- 残膜回收是一个不容回避而且必须着力解决的问题。
  - ①能不铺膜尽量不铺膜。
  - ②应尽快研发能有效回收地膜的地膜回收机。
  - ③为造福子孙，政府应尽快出台限制厚度低于单零1的薄膜用于农膜，农民购买时，高出双零8的钱由政府以奖励的形式补给农民，鼓励农民用厚膜。
- 抽取地下水灌溉时，每眼井安装的量控设施不能成为摆设，应发挥乡镇水管站的管理职能，真正用起来，起到控制地下水超采的作用。
- 从河中取水时，取水口位置的选择要慎重，应考虑减轻或避免淤积的问题。

- 冬季应将铺在地面上的管子收回，排尽余水，阴干后入库存放；应及时排空施肥罐中的余水，避免冻裂罐体。
- 中心支轴式喷灌机末端悬臂上应安装一个增压泵，否则由于压力不足会造成末端摇臂式喷头不能正常工作。
- 给水栓的位置应与农机具耕作间距相适应，地埋时应留有明显标识。
- 滴灌系统首部安装时，一定要注意各种设备安装的顺序，施肥罐应安装在一、二级过滤器的中间，排气阀应安装在管道的最高处。

衡村 衡村

30 3:29 PM