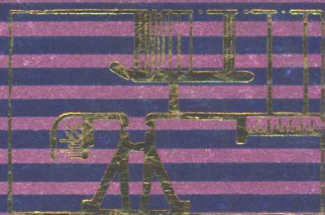


渠首工程

渠首工程

第二版

宋祖训 主编 李思远 副主编



水利电力出版社

灌区水工建筑物丛书

渠首工程

(第二版)

宋祖谔 许杏陶 张思俊 编著

水利电力出版社

灌区水工建筑物丛书

渠首工程

(第二版)

宋祖诏 许杏陶 张恩俊 编著

*

水利电力出版社出版发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经销

水利电力出版社印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 13.675印张 356千字 1插图

1989年2月第一版

1989年8月第二版 1989年8月北京第三次印刷

印数11281—15130册

ISBN 7-120-00749-1/TV·245

定价12.55元

出版者的话

大搞灌区工程配套，是挖掘现有灌溉设施潜力，加快建设旱涝保收、高产稳产农田的一项重要措施。灌区水工建筑物面广量大，是灌溉排水工程的重要组成部分，也是灌区配套的主要内容。各地水利部门在修建灌区水工建筑物方面积累了丰富的经验，无论在建筑物的规划布置、结构型式、建筑材料、设计理论、施工工艺等方面，都不断有所创新，并在科学研究方面取得了一批新的成果。

为了总结交流经验、推广先进技术、反映科研成果，特组织编写了这套“灌区水工建筑物丛书”。丛书包括《渠首工程》、《水闸》、《闸门与启闭机》、《渡槽》、《倒虹吸管》、《涵洞》、《隧洞》、《跌水与陡坡》、《农桥》、《地下排灌工程》十个分册。

丛书的服务对象以中专毕业的水利技术人员为主；讨论的工程规模以县办工程为主；写法以实用为主，在扼要阐明基本原理的基础上，着重讲述工程布置、结构型式、计算公式、施工要点和常用的图表，并介绍一些工程实例，便于广大读者在设计施工中应用和参考。

参加这套丛书编写工作的单位有：江苏、安徽、山东、广东、广西、湖南、河南、陕西、黑龙江等省(区)的水利厅(局)，水利勘测设计、科研部门和有关水利院校。

为了提高书稿质量，请武汉水利电力学院农田水利工程系负责丛书的归口工作。该系陈德亮、赵文华、周素贞等同志在审定本书稿、减少各分册之间的重复、统一编写深度和广度等方面，做了大量的工作。

《渠首工程》分册是由华东水利学院农田水利工程系水工教研室编写的。参加编写的同志有：宋祖诏（第一、二、三、四、五、九章）、张思俊（第三、八章）、印邦鑫（第五、六章）、

许杏陶（第五、六、七章）、全书由宋祖诏统稿。

初稿写成后，由水利电力部西北水利科学研究所河渠室主审，四川、云南及广东等省水利电力厅勘测设计院，武汉水利电力学院农田水利工程系水工教研室，成都科技大学水利系也对初稿进行了审查，并提出了修改补充意见，对提高书稿质量帮助很大。

这套丛书中的《水闸》、《闸门与启闭机》、《地下排灌工程》、《农桥》、《跌水与陡坡》等分册均已出版，其他各分册将陆续出版。为了搞好这套丛书的出版工作，使它更好地为广大读者服务，热忱希望同志们随时将有关意见和要求告诉我们。

1981年6月

第二版前言

“灌区水工建筑物丛书”自1980年陆续出版以来，受到了广大读者的欢迎，大家反映，这套丛书内容比较全面、实用、既有较为系统扼要的理论分析，又有工程实例作为参考，很适合地、县水利工程技术人员的学习使用。根据读者的要求，同时考虑到近几年来这方面科学技术的不断发展，我们决定对这套丛书进行修订，以便更好地满足地、县广大水利工程技术人员的需要。

丛书的这次修订是按下述原则进行的：重点介绍常用的理论和方法，注意反映国内外的先进技术，认真总结近几年经过实践证明，技术上先进、经济上合理、运用时安全可靠的先进经验，删去陈旧过时和实用价值不大的内容；在扼要阐明基本原理的基础上，着重讲述工程布置、结构型式、构造、计算公式的应用、施工要点及管理注意事项，并编写一些实例，供广大读者应用参考。为了节省设计中繁琐的计算工作，有些分册将适当地编入实用性强的电算程序。

参加这套丛书修订编写工作的单位有：江苏、安徽、广西、湖南、河南、陕西、黑龙江等省（区）的水利厅（局），勘测设计、科研部门以及有关的水利院校。为保证书稿质量、统一写作风格、提高工作效率，每本书的编写人不宜过多。因此，第二版的某些分册将减少或调整了部分参编人员。

为了进一步提高第二版的质量，决定成立“丛书编审组”，负责组织全套书的审稿和归口工作。

本分册《渠首工程》第二版由河海大学宋祖诏（第一、二、三、四、六、十章）、许杏陶（第七、八章）、张思俊（第五、九章）编写。全书由宋祖诏主编。

修订稿经李崇智审阅，并提出了修改补充意见，对提高书稿质量帮助很大。

修改后的“灌区水工建筑物丛书”（第二版）中的《地下排灌工程》、《农桥》、《闸门与启闭机》、《水闸》、《渡槽》、《跌水与陡坡》、《隧洞》分册已于1989年出版，其它各分册将陆续出版。为了搞好这套丛书的再版工作，使它更好地为广大读者服务，诚恳希望读者对书中错漏之处，及时提出批评指正。

灌区水工建筑物丛书编审组

组长	陈德亮
成员	李崇智
	张世儒
	赵文华
	王洁昭

1988年1月

目 录

出版者的话

第二版前言

第一章 概述.....	1
第一节 渠首工程概况.....	1
第二节 渠首工程设计资料.....	4
第二章 无坝渠首工程布置.....	6
第一节 概述.....	6
第二节 无坝渠首的工作特点.....	7
第三节 渠首位置的选 择.....	14
第四节 无坝渠首布 置.....	19
第三章 有坝渠首工程布置.....	38
第一节 概述.....	38
第二节 沉沙槽式渠首布 置.....	43
第三节 底部冲沙廊道式渠首布 置.....	62
第四节 人工弯道式渠首布 置.....	73
第五节 底栏栅式渠首布 置.....	91
第六节 拦沙坝式渠首布 置.....	115
第七节 沉沙池式渠首布 置.....	119
第八节 两岸引水式渠首布 置.....	122
第九节 少沙河流综合利用渠首布 置.....	127
第十节 其他型式渠首布 置.....	137
第四章 渠首河段的整治.....	145
第一节 概述.....	145
第二节 渠首河段整治建筑物布 置.....	154
第三节 整治建筑物.....	167
第五章 壅水建筑物.....	181
第一节 概述.....	181
第二节 溢流坝坝顶高程及溢流段长度的确定.....	182

第三节	溢流坝的断面型式及其尺寸的确定	185
第四节	消能及防冲措施	192
第五节	地基防渗设施	200
第六节	溢流坝的稳定计算	204
第七节	坝的构造与材料	209
第八节	其它坝型	214
第六章	取水(引水)建筑物与冲沙建筑物的水力设计	253
第一节	进水闸与底栏栅廊道的水力设计	253
第二节	冲沙闸及冲沙廊道的水力设计	276
第七章	沉沙池	293
第一节	概述	293
第二节	直线形沉沙池	296
第三节	曲线形沉沙池	309
第四节	沉沙条渠	316
第八章	过坝建筑物	334
第一节	船闸	334
第二节	鱼道	365
第三节	筏道	372
第九章	施工导流	376
第一节	导流方式的选择	376
第二节	导流流量的确定	381
第三节	导流建筑物的设计	382
第四节	截流	388
第五节	基坑排水	392
第六节	导流工程实例	396
第十章	渠首工程的管理运用	407
第一节	概述	407
第二节	无坝渠首管理运用	407
第三节	有坝渠首管理运用	412

第一章 概 述

第一节 渠首工程概况

一、渠首工程的作用及其类型

为了从河流、湖泊等水源引水，以满足农田灌溉、水力发电、工业及生活用水等用水部门的需要，而在渠道首部河段附近修建的建筑物的综合体称为渠首工程。渠首工程除应满足各用水部门对水量及水位的要求外，还应能防止有害泥沙入渠，以免引起渠道淤积及对水轮机或水泵叶片的磨损。在有飘浮物的河流上，还能阻拦漂浮物及冰凌等进入渠道。本书主要介绍用于农田灌溉方面的渠首工程。

广义的灌溉渠首工程有以下四种类型。

1. 无坝渠首 当河道枯水时期的水位和流量都能满足灌溉要求时，可在河岸上选择适宜地点建筑进水闸，自流引水灌溉，这种渠首称为无坝渠首。一般说来，它具有工程简单的优点，但不能控制河道水位和流量，枯水期引水保证率低，且取水口往往距灌区较远，需要修建很长的干渠和较多的渠系建筑物，土石方工程量较大。

2. 有坝渠首 虽河流量丰富，但水位较低。当不能进行自流灌溉时，可在适当地点，建筑溢流坝（拦河闸），抬高水位，以满足自流引水灌溉要求。这种渠首称为有坝渠首。它与无坝渠首相比较，虽增加了建坝（闸）工程费用，但由于取水口距灌区较近，干渠长度可以缩短，这种渠首工作可靠，还可为引水冲沙及综合利用创造有利条件。

3. 水库取水 当河道的年径流量能满足灌溉用水要求，但其流量过程与灌溉季节所需要的水量不相适应时，则需要拦河筑坝，形成水库。它与有坝渠首比较，坝身较高，库容较大，能进

行流量调节。这种水库能满足灌溉、发电以及其他用水部门的要求，是综合利用水利资源的有效措施。

4. 提水渠首 虽河道水量丰富，但水位很低，又不能采用有坝渠首时，可在灌区附近修建泵站提水灌溉，这种渠首称为提水渠首。此时干渠长度最短，但需增加泵站的工程投资，消耗动力，管理费用大。

灌溉渠首工程一般指前面 1、2 两种。关于水库取水及提水渠首，可参考有关专著，本书不予介绍。

二、渠首工程建设简况

早在几千年前，我国西北、西南等地区就兴建了许多无坝渠首工程。如陕西的郑国渠、四川的都江堰、宁夏的秦渠、汉渠等。这些工程的修建，不仅对当地的农业发展起了推动作用，而且积累了丰富的实践经验，其中有不少工程是符合近代科学原理的。如闻名中外的都江堰，就是利用弯道环流原理，设鱼嘴分水分沙，建飞沙堰泄洪排沙，凿宝瓶口控制入渠流量，引水防沙效果显著。该渠2000多年以来，灌溉着成都平原的大片农田，建国后经过改建，目前灌溉面积已扩大到27个县市，约890万亩，拟计划发展到1500万亩。

新中国成立后，兴修了大量的农田灌溉工程。根据1980年的调查，在我国耕地面积14.7亿亩中，灌溉面积已达7.2亿亩，万亩以上的大中型灌区6500余处，修建的渠首工程约9万余座，担负的农田灌溉任务占全国灌溉面积的比重很大。以西北地区五省为例，由渠首工程引水的灌溉面积约6535万亩，占5省总面积7807万亩的83.7%，详见表1-1。

我国有许多多沙河流，在修建渠首工程时，对泥沙问题处理的好坏，可能成为工程成败的关键。根据防沙设施的工作原理对渠首泥沙问题的处理，有以下几种措施。

(1) 应用环流原理防止泥沙入渠。在我国渠首工程中，弯道环流原理得到了普遍应用。尤其是在无坝渠首中，一般都以凹岸引水，防沙效果显著。在有坝渠首中，如人工弯道渠首，弧形

表 1-1

渠首工程担负的灌溉面积

省 (区)	陕 西	甘 肃	青 海	宁 夏	新 疆
总耕地面积 (万亩)	5780.4	5349.4	905.8	1345.8	4783.1
总灌溉面积 (万亩)	1941.0	1296.0	283.0	388.0	3899.0
渠首工程担 负灌溉面积 的 百 分 数 (%)	70	80	97	92	90

注 资料引自北京水利水电科学研究院1979年的统计。

沉沙冲沙槽，曲线导水墙，M.B波达波夫导流装置等防沙措施，都是弯道环流原理的具体应用。

(2) 根据河流含沙量分布规律，表层引水，底层排沙一般河流含沙量的分布情况是：表层少而颗粒细，底层多而颗粒粗。因此，采用分层结构及冲沙廊道，就可以达到上层引水，底层排沙的目的。这种防沙措施在我国新疆、甘肃、陕西及山东等省均有建造，但为数不多。

(3) 壅水沉沙。在有坝渠首中，采用拦河坝（闸）壅水沉沙，利用沉沙冲沙槽及冲沙闸排沙，以减少入渠泥沙。尤其是采用拦河闸，平时关闸壅水沉沙，定期开闸泄水排沙，基本上不改变原河道的形态，使进水闸始终保持良好的进水条件。目前在四川、云南、新疆、辽宁、山东、浙江及江苏等省(区)采用较多。

(4) 底栏栅防沙。采用栏栅的筛析作用防沙是山区河道上防止大粒径泥沙及卵石、砾石入渠的有效措施。安装在低槛坝顶上的栏栅，可使砾石沿栅顶滑到坝下，从而减少沙石入渠。这种防沙结构在新疆、陕西、甘肃等省应用较广。在南方山区的灌溉工程中也得到迅速推广。

(5) 建坝拦沙，利用底孔（或泄洪洞）排沙。在云南省山区河流的弯道上，建筑有双坝式渠首，上坝用来拦阻粗颗粒的沙

石，并通过坝旁的泄洪洞排走，下坝用以沉积悬移质，同时还可获得一定的调节库容。实践证明，这种渠首引水防沙效果显著。此外，该省在建造西耳河梯级电站时，采用了拦沙坝，并用大底孔排沙，既可引水防沙，又能排淤保库。

三、渠首工程设计要求

渠首工程设计应满足以下要求。

(1) 应保证按灌溉用水要求不间断地向灌区正常供水。

(2) 在多泥沙河流上，应采取有效的防沙措施，防止有害泥沙进入渠道，以免引起渠道淤积，以及对水轮机、水泵的磨损。

(3) 在有漂浮物的河流上，应采取措施，防止漂浮物及冰凌等进入渠道。

(4) 对于少沙河流上的综合利用渠首工程，应保证各个建筑物的正常运行，互不干扰，使渠首工程发挥最大的经济效益。但也不能忽视泥沙对建筑物运用的影响。

(5) 对渠首工程附近的上下游河道，应因地制宜地进行整治，使河床维持稳定，保证取水口引水顺畅。

(6) 造价低，便于运用管理，并尽可能采用现代化的管理设施。

第二节 渠首工程设计资料

设计渠首工程须搜集下列勘测、观测及试验研究资料，经过研究分析，作为设计的根据。

(1) 河流水文、泥沙资料：包括流量、水位、坡降、流速资料；悬移质及推移质泥沙资料，以及漂浮物、封冻、流冰和冰屑等资料。

以上观测资料，一般应不少于10年，对于规模不大的灌区，资料系列可适当缩短。如果拟建渠首工程处没有水文站，可在适宜地点设置临时水文站，进行观测，并根据临近水文站多年观测的资料，应用相关法，推求渠首所在位置的河流的长期水文资料。

(2) 有关河床演变的资料: 包括河床的稳定性、泥沙的冲淤、有无浅滩、汊道、河弯及它们的演变情况, 以及修建渠首后, 对其附近上、下游河道的影响程度。

(3) 水文气象资料: 包括温度、降水、蒸发、风、径流系数等。

(4) 地形及地质资料: 地形资料主要是渠首工程附近的地形图上游测至回水末端以上200m, 下游测至建筑物以下200~500m。地质资料包括河床及两岸的地质构造、地层分布、岩石性质及岸坡稳定等; 岩土学性质指标(承载能力、凝聚力、安息角、摩擦系数); 地下水状态及对建筑物有害的化学性质方面的资料等。

(5) 建筑材料资料: 渠首工程附近的建筑材料分布及其数量、质量、开采条件和运输条件(运输工具及道路等) 等资料。

(6) 其它资料: 如灌区计划用水资料及对引水高程的要求, 河流及干渠上的航运资料, 引水对航运的影响, 以及对于渠排沙泄水的要求等。当河流的水利资源有综合利用要求时, 应在规划阶段加以协调。

第二章 无坝渠首工程布置●

第一节 概 述

当河道的枯水位和流量都能满足灌溉要求时，不需要在河道上修筑拦河坝（闸），只需在河岸上选择适宜地点开渠并修建取水建筑物，从河流侧面引水，这种渠首称无坝渠首。它对天然河道的影响较小，具有工程简单、投资少、施工易、工期短等优点。因此，在我国应用较广，尤其在大江大河的下游，大都采用这种取水方式。它的缺点是不能控制河道的水位和流量，枯水期引水保证率低；在多泥沙河流上引水时，还可能引入大量泥沙，使渠首发生淤积现象，影响渠道正常工作。

按取水口的数目，无坝渠首可分为一首制[图2-1，(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)、(j)]及多首制两类[图2-1(h)、(i)]。一首制渠首一般由进水闸，沉沙池，泄水排沙

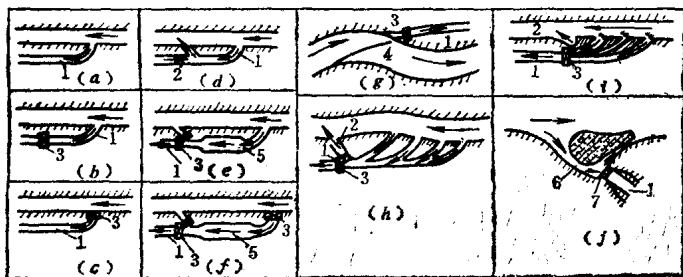


图 2-1 侧面引水的无坝渠首几种布置方案示意图

1—引水渠；2—泄水排沙渠；3—进水闸；4—导流堤；5—沉沙池；6—进水口引渠；7—底槛

●宋祖谔、李贵启，沙质河床引水枢纽取水防沙经验泥沙研究，1983.1。

渠等建筑物组成，多用于河床稳定、含沙量不大的河流上；多首制渠首系由两个以上引水渠及进水闸、泄水排沙渠等组成，一般多用于不稳定的多沙河流上。

根据渠首所在河段的地形、地质、水文泥沙特征、河床稳定性以及引水量多少等因素的不同，无坝渠首有各种不同的布置方案，见图2-1及图2-2，可供设计参考。

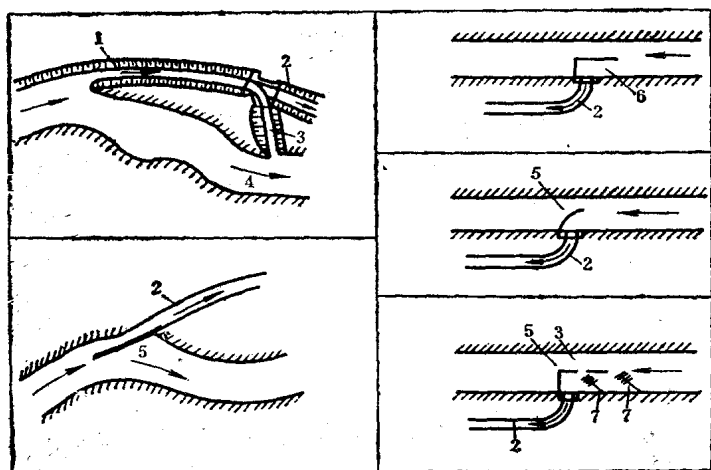


图 2-2 正面引水的无坝渠首几种布置方案示意图

1—引水渠；2—干渠；3—泄水渠；4—河流；5—导流堤；6—进水口；
7—导沙装置

第二节 无坝渠首的工作特点

无坝渠首是一种简单的取水方式。因其不能控制河道水位和流量，故常受河流水位变化、泥沙运动及河床变迁等影响，尤其是河床稳定性对其影响最大，一旦主流脱离取水口，引水就得不到保证，甚至取水口被泥沙淤塞而报废，故无坝取水的工作条件是复杂的。

一、取水口前水沙运动的特性

1. 弯道水流的特性 根据调查, 在天然河道上, 一般弯道部分占全河总长的80%~90%, 而直段只有10%~20%。所以, 天然河道基本上是弯曲的(图2-3)。

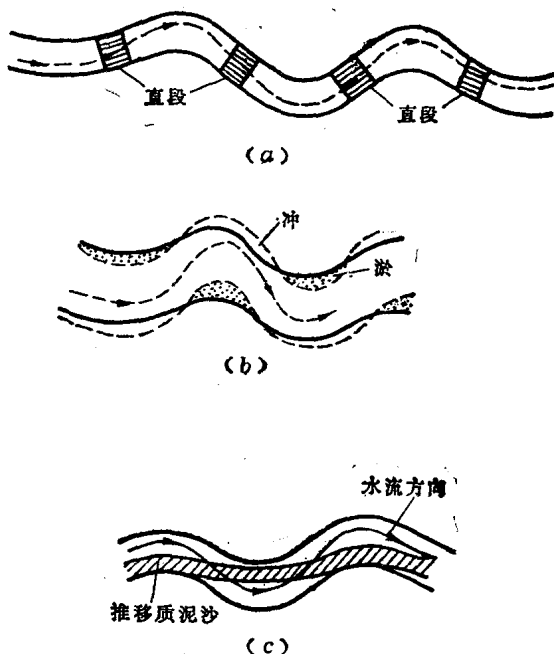


图 2-3 天然河道平面形状示意图

(a)天然河道平面形状示意图; (b)弯道冲淤变化示意图; (c)推移质泥沙运动示意图

因弯道水流受离心力作用, 使表层的水流向凹岸, 使凹岸水面壅高, 凸岸水面降低, 形成横向比降, 如图2-4(b)所示。又因水流所受离心力的大小与水流流速的二次方成正比, 而河道水流流速的分布是表层大、底层小, 故离心力沿水深的分布是逐渐减小的[图2-4(c)]。由于横向水位差所引起的水压力的方向与离心力的方向相反, 这两种作用力的合力的方向, 就是弯道水流运动的方向[图2-4(c)]。这样表层的水流向凹岸, 底层的水