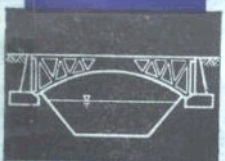
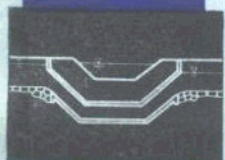
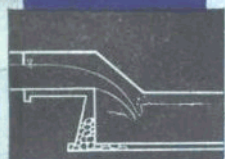
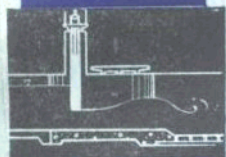


灌区水工建筑物丛书

渠首工程

水利电力出版社



内 容 提 要

本书主要总结我国渠首工程的规划、设计方面的实践经验和试验研究成果，并适当介绍国外一些资料，对渠首工程作了系统论述。全书共分九章，主要内容为：我国渠首工程建设情况，无坝渠首和有坝渠首工程的布置型式、防砂措施、优缺点及其适用场合和工程布置实例；溢流坝、进水闸、船闸、鱼道、筏道及防砂设施等建筑物的结构型式、构造、设计原理、计算方法和一些计算实例；渠首工程的施工导流和管理运用。

本书可供从事水利水电和给水、排水等工程的设计人员参考，也可供水利院校师生学习参考。

229.601

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）、全书由宋祖韶统稿。

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

目 录

出版者的话

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
第三节 渠首工程的等级划分	5
第二章 渠首工程布置	10
第一节 无坝渠首	10
第二节 有坝渠首	32
第三章 溢流坝	78
第一节 概 述	78
第二节 溢流坝坝顶高程及溢流段长度的确定	79
第三节 溢流坝的断面型式及其尺寸的确定	82
第四节 消能及防冲措施	89
第五节 地基防渗设施	96
第六节 溢流坝的稳定计算	100
第七节 坝的构造与材料	122
第八节 其它坝型	127
第四章 进水闸与冲砂闸	147
第一节 进水闸	147
第二节 冲砂闸及冲砂廊道	165
第五章 船闸	182
第一节 概 述	182
第二节 闸室	184
第三节 闸首	199
第四节 引航道	209
第五节 船闸辅助设备	212
第六章 鱼道及过木建筑物	215

第一节	鱼道	215
第二节	过木建筑物	229
第七章	沉砂池	237
第一节	概述	237
第二节	直线形沉砂池	240
第三节	曲线形沉砂池	252
第四节	沉砂条渠	260
第八章	施工导流	268
第一节	导流方式的选择	268
第二节	导流流量的确定	273
第三节	导流建筑物的设计	274
第四节	截流	280
第五节	基坑排水	284
第六节	导流工程实例	288
第九章	渠首工程的管理运用	299
第一节	概述	299
第二节	无坝渠首管理运用	299
第三节	有坝渠首管理运用	304

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

渠首工程的作用是把河流或水库中的水引入渠道，以满足农田灌溉、水力发电、工业及生活用水等水利事业的需要；并要求防止粗颗粒泥砂进入渠道，以免引起渠道的淤积和对水轮机或水泵叶片的磨损，保证渠道及水电站正常运行。为了达到此目的，常在渠道首部的河段附近修建几种建筑物的综合体，这种建筑物的综合体称为渠首工程。本书主要介绍用于农田灌溉方面的渠首工程。

按照河道水位和流量的变化情况，渠首工程的类型有以下四种。

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，这种渠首较为简单，但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，并且土石方工程量也大。

2. 有坝渠首 虽河流水量丰富，但水位较低，不能进行自流灌溉时，可在适当地点，建筑溢流坝，抬高水位，以满足自流引水灌溉的要求。这种渠首称为有坝渠首。它与无坝渠首相比较，虽然增加了建坝工程费用，但取水口距灌区较近，干渠长度可以缩短，不仅节约渠道工程投资，而且为引水冲砂创造了有利条件。

3. 水库取水 虽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，同样需要拦河筑坝，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、发电以及其他水利事业的要求，可达到综合利用水利资源的目的。

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，可在灌区附近修建抽水站提水灌溉，这种渠首称为提水渠首。这种渠首虽然于渠长度最短，但需要增加抽水站的工程投资和管理费用。

在以上四种渠首工程中，1、2两种一般又称为取水枢纽工程，它与水库取水的主要区别在于不能或仅在很小程度上起调节河道流量的作用。在进行农田灌溉规划时，对以上四种类型的选择，应根据当地的具体条件，拟定不同渠首方案，进行技术经济比较，选择其中经济合理的方案。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

几千年前，我国劳动人民在同水旱灾害斗争中，在我国西北、西南等地区兴修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，这些工程的修建，不仅对当时的农业发展起了推动作用，而且积累了丰富的实践经验，其中有不少渠首工程的布置是符合近代科学原理的。如中外闻名的都江堰，是秦朝建造的，直到现在还灌溉着成都平原的大片农田，解放后经过改建，目前灌溉面积已扩大到27个县市，约800万亩。

新中国成立后，全国人民在党中央领导下，发扬自力更生、艰苦奋斗的精神，开展了大规模的水利建设，修建了成千上万的水利工程，其中农田灌溉工程更是突飞猛进，蓬勃发展。根据近年的统计，在耕地面积14.9亿亩中，灌溉面积已达7.2亿亩。万亩以上的大、中型灌区达6500余处。因而为我国农业自1962年以来大幅度的增产提供了条件。

随着农田水利工程的迅速发展，渠首工程的建筑也蓬勃发展，其相应的布置型式也就很多。在多泥砂河流上，为了引水防砂，主要采用以下原理和方法。

1.应用弯道环流原理，防止泥砂入渠 在我国渠首中，弯道

环流原理得到了普遍应用。尤其是在无坝渠首中，一般都在凹岸引水，防砂效果显著。在有坝渠首中，有的则修建弯曲的引水渠，造成人工环流。如新疆就兴建了大量的人工弯道式渠首，实践证明，引水防砂效果良好。此外，苏联M·B·波达波夫创造的导流装置产生的人工环流，曾一度在我国黄河使用过，虽然也有一定的防砂效果，但因黄河水位变化幅度较大，管理困难，已不使用。

2. 根据河流含砂量分布规律，表层引水，底层排砂 一般河流含砂量的分布是，表层少而颗粒细，底层多而颗粒粗。但当水流受有脉动或涡流作用时，很易将表层泥砂和底层泥砂搅混。因此在取水口附近应使水流平顺，避免发生上述干扰现象。

根据这一原理，渠首型式采用分层结构，即上层引水，底层用冲砂廊道排砂，可以取得较好的防砂效果。这种型式在我国新疆、甘肃、陕西及山东等省均有建造，但为数不多。

3. 壅水沉砂 在有坝渠首中，当上游水位抬高后，即形成了天然沉砂池，在壅水范围内，沉积大量的泥砂。由于坝体是固定的，淤积的泥砂无法排除。因此，为了防砂入渠，必须在进水闸前，建造沉砂槽及冲砂闸。我国早期建造的有坝渠首，绝大部分都是采用的这种型式（印度式）。但实践证实，这种渠首型式进砂严重。1956年经过西北水利科学研究所研究改进后，引水防砂效果良好。现在这种改进型式已推广到甘肃、四川及辽宁等省。

若将上述型式的冲砂闸扩大到全部河床，即用拦河闸来代替壅水坝，平时关闸壅水，使粗颗粒泥砂沉积，并定期开闸冲洗淤积的泥砂。这样，不仅可以防砂入渠，并可借闸门的启闭来调整主流方向，使进水闸始终保持良好的进水条件。但这种渠首的结构复杂，造价较高。目前在四川、新疆、辽宁、山东、浙江及江苏等省采用较多。

4. 底拦栅防砂 底拦栅是一种防止砾卵石入渠的有效措施。通常将拦栅斜放在坝顶，使水流经过拦栅空隙流入坝内的引水廊道，然后从坝的一端流入渠道，并使水流中大于拦栅空隙的砾卵

石排到下游。这种渠首在新疆、甘肃及陕西等省广泛应用。

此外，在云南山区河流的弯道上，建筑有双坝式渠首。上坝用来拦阻粗颗粒砂石，并通过泄洪排砂洞排走，以减轻粗颗粒泥沙对水轮机的磨损，这种型式的渠首取水防砂效果较好。

在我国南方的河流，水量丰富，泥砂很少。为了灌溉而修建的渠首工程大都是综合利用性质的。由于渠首任务的不同，因此它的布置型式也不相同。尤其在江苏苏北沿江地区，利用地区的特点，创造了小型综合利用渠首工程，不仅布置紧凑，而且做到了一闸多用，一机多能，解决了湖区及低洼地区的排水、灌溉、航运及渔业等问题，满足了国民经济各有关部门的需要。

三、渠首工程设计要求

渠首工程设计应满足以下要求。

1) 渠首工程应保证按灌溉用水计划，不间断地向灌区供水。

2) 在多泥砂河流上，渠首工程应采取有效的防砂措施，防止推移质泥砂进入渠道，以免引起渠道淤积，影响渠道正常输水。

3) 在有漂浮物的河流上，应采取措施，防止漂浮物、冰凌进入渠道。

4) 在少泥砂河流上，对于综合利用的渠首工程，应保证各个建筑物的正常运行，互不干扰，使渠首工程发挥其最大综合利用的经济效益。

5) 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) 渠首工程应便于运用管理，并考虑采用现代化管理的设施。

第二节 渠首工程设计资料

在设计渠首工程前，必须搜集以下勘测、观测及试验研究的

资料，经过研究分析，作为设计的依据。

(1) 河流水文、泥沙资料：应包括流量、水位、坡降及流速等资料；有关悬移质及推移质的资料，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，但对于规模不大的灌区，一般有2~3年的资料，也就可以了。

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，推求渠首所在河流长期的水文资料。

(2) 有关河床的水文资料：包括河床的稳定性、泥沙的冲刷和淤积、有无浅滩、汊道、河弯及它们的演变情况。

(3) 水文气象资料：包括温度、降水、蒸发、风、径流系数等。

(4) 地形及地质构造资料：地形资料是指渠首工程附近的地形图（上游达回水末端以上200米，下游一般延长到建筑物以下200~500米）。

地质构造资料包括河床及两岸地质构造、稳定滑动及坍塌程度、地层分布、岩石成分、颗粒组成化学成分及力学性质（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等资料。

(5) 建筑材料资料：渠首工程附近的建筑材料及其数量、质量、地点、开采条件，以及运输条件（运输工具及道路等）等资料。

(6) 渠首工程运用资料：应包括灌区计划用水资料，河流及干渠上的航运资料，引水对航运的影响，以及计划干渠排砂泄水资料。当河流的水利资料具有综合利用时，应在规划阶段，加以协调。

第三节 渠首工程的等级划分

渠首工程是包括各类建筑物的水利枢纽工程，往往规模很

大、技术复杂。为了保证它们安全可靠和经济合理，通常按照它们的重要性划分等级，以便确定勘测设计工作的内容和范围、设计和校核洪水流量的大小、所用建筑材料的质量、建筑物的计算方法和构造上的要求以及强度和稳定方面的安全系数等，从而达到既安全又经济的目的。如果设计标准偏高，会增加工程投资，但设计标准偏低，又可能影响工程的安全运用。因此，必须合理地划分工程的等级。对于无坝渠首工程，因其只有一座进水闸，故应按照灌溉面积的大小，对进水闸划分等级。

渠首工程等级的划分目前尚无规范可循，在具体规范颁布前，可参考水利电力部1978年颁发的《水利水电枢纽工程等级划分及计算标准》。如表1-1，表1-2，表1-3及表1-4所示。

在我国南方少泥砂河流上，由于水量丰富，航运发达，一般都在渠首工程中设有船闸。关于船闸等级的划分及有关规定，目前正在修订中，在新规定尚未颁发前，可暂用1963年所颁布的标准，如表1-5所示。当表1-5与表1-1中规定的标准不一致时，作为渠首挡水建筑物的部分，可按水工建筑物的规定执行，其他部

表 1-1 水利水电枢纽工程的分等指标

工程 等 别	工 程 规 模	分 等 指 标				
		水库总库容 (亿米 ³)	防 洪		灌溉面积 (万亩)	水 电 站 装机容量 (万千瓦)
			保护城镇及工矿区	保护农田面积 (万亩)		
一	大(1)型	>10	特别重要城市、工矿区	>500	>150	>75
二	大(2)型	10~1	重要城市、工矿区	500~100	150~50	75~25
三	中 型	1~0.1	中等城市、工矿区	100~30	50~5	25~2.5
四	小(1)型	0.1~0.01	一般城镇、工矿区	<30	5~0.5	2.5~0.05
五	小(2)型	0.01~0.001			<0.5	<0.05

- 注 1.总库容系指校核洪水水位以下的水库净库容；
 2.分等指标中有关防洪、灌溉两项系指防洪或灌溉工程系统中的重要骨干工程；
 3.灌溉面积系指设计灌溉面积。

表 1-2 水工建筑物级别的划分

工程等级	永久性建筑物级别		临时性建筑物 级 别
	主要建筑物	次要建筑物	
一	1	3	4
二	2	3	4
三	3	4	5
四	4	5	5
五	5	5	

- 注 1.永久性建筑物,系指枢纽工程运行期间使用的建筑物,根据其重要性分为:
主要建筑物,系指失事后将造成下游灾害或严重影响工程效益的建筑物,
如坝、泄水建筑物、输水建筑物及水电站厂房等;次要建筑物,系指失事后不致造成下游灾害或对工程效益影响不大并易于修复的建筑物,如挡土墙、导流墙、工作桥及护岸等。
- 2.临时性建筑物,系指枢纽工程施工期间所使用的建筑物。例如,导流建筑物等。

表 1-3 永久性水工建筑物正常运用的洪水标准

建筑物级别	1	2	3	4	5
洪水重现期(年)	2000~500	500~100	100~50	50~30	30~20

表 1-4 永久性水工建筑物非常运用的洪水标准

不同坝型的枢纽工程	建 筑 物 级 别				
	1	2	3	4	5
	洪 水 重 现 期 (年)				
土坝、堆石坝、干砌石坝	10000	2000	1000	500	300
混凝土坝、浆砌石坝和其他水工建筑物	5000	1000	500	300	200

注 该表为坝首工程水工建筑物失事后对下游不致造成较大灾害的标准。

表 1-5 全国天然、渠化河流及人工运河通航船舶标准表

航 道 等 级	通 航 驳 船			船 队 尺 度 (长×宽×吃水深) (米)	枯 水 期 最 小 航 道 尺 度 (米)						船 闸 室 有 效 尺 寸 (米)			
	吨 (吨)	船 级	船 型 尺 度 (米)		天 然 及 渠 化 河 流			人 工 运 河		曲 度 半 径	长	宽	门 槛 水 深	
			型 长		型 宽	满 载 吃 水 深	浅 滩 水 深	底 宽	水 深					底 宽
一	3000	90	14	3.2	230×14.5×3.2	大于3.2	75~100	5.0	60	980~1200	245	18	5.0	
二	2000	86	14	2.5	216×14.5×2.5	2.5~3.0	75~100	4.0	60	850~1100	230	18	4.0	
三	1000	70	12	1.8	180×12.5×1.8	1.8~2.3	60~80	3.0	50	700~900	190	16	3.0	
四	500	58	9	1.5	150×9.5×1.5	1.5~1.8	45~60	2.5	40	600~750	160	12	2.5	
五	300	45	8	1.2	121×8.5×1.2	1.2~1.5	35~50	*2.5	30	200~500	130	12	2.0 *2.5	
六	50~100	32	5	1.0	94×5.5×1.0	1.0~1.2	20~30	*2.0	15	150~400	100	(9) 7	1.5 *2.0	

注 1. 所列各级航道的船舶吨位, 系指通航于该航道上的主要干货驳船的最大载重吨位;

2. 所列船型尺度为代表性驳船;

3. 船队尺度系指过闸船队尺度;

4. 表中数字系通航船队及通航木排在水道上采用的标准;

5. *系按拖轮吃水深度大于驳船吃水深度的情况而定, 适用于人工运河。

分参照表1-5所规定的标准执行。

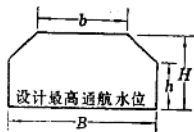
当桥梁跨越船闸时，其底部至最高通航水位间的净距按试行标准规定采用。如表1-6，及表1-7所示。

表 1-6 桥梁跨越船闸的净空高度

航道 等级	通航船舶 吨 位	净空高度 H (米)	净 跨		附 注
			天然及渠化 河 流	人工运河	
一	3000	12.5	70	50	* 铁路桥梁近期采用32米 预应力钢筋混凝土梁时，其 净跨不小于28米 ** 系通航船队及通航木 排的水道上采用的标准
二	2000	11	70	50	
三	1000	10	60	40	
四	500	7~8	44	28~30*	
五	300	4.5~5.5	32~38.5* (40)**	25 (28)**	
六	50~100	3.5~4.5	20 (28~30)**	13 (25)**	

表 1-7 拱桥或底梁带斜撑的桥梁桥下通航净空尺度试行标准

航道 等级	净空高度 H (米)	净空 高度 h (米)	净 空 宽 度 (米)			
			天然及渠化河流		人 工 运 河	
			B	b	B	b
一	12.5	5.0	70	55	50	35
二	11	5.0	70	55	50	35
三	10	3.0	60	45	40	30
四	7~8	3.0	44	35	28~30	23
五	4.5~5.5	2.0	32~38.5 (40)	30	25(28)	20
六	3.5~4.5	1.5	20 (28~30)	15	13(25)	10



第二章 渠首工程布置

第一节 无坝渠首

一、无坝渠首特点及其类型

如前所述,当河道的枯水位和流量都能满足灌溉要求时,就可以在河岸上选择适宜地点,建筑进水闸,从河流侧面引水,不需要在河道上修筑拦河坝,这种取水方式叫无坝渠首。它对天然河道的影响较小,与其他国民经济部门,如航运、发电及渔业等事业的矛盾也少。它的优点是工程简单、投资少、施工易、工期短及收效快等。因此,无坝渠首在我国应用较广。尤其是在大江大河的下游,大都采用无坝渠首。它的缺点是不能控制河道的水位和流量,枯水时期,引水保证率低;在多泥沙河流上引水时,还会引入大量的泥砂,使渠道发生淤积现象,影响渠道正常工作。

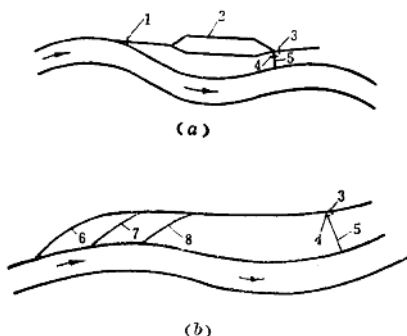


图 2-1 无坝渠首的类型

(a)一首制渠首; (b)多首制渠首

1—进水闸; 2—沉砂池; 3—节制闸; 4—冲砂闸; 5—泄水排砂渠; 6、7、8—引水渠

无坝渠首的类型,按取水口的多少,可分为一首制及多首制两种(图2-1)。一首制渠首系由进水闸、沉砂池、泄水排砂渠等建筑物所组成。这种渠首布置适用于河岸稳定的情况;多首制渠首系由2~3个引水渠、进水闸及泄水排砂渠所

组成，一般建在不稳定的多泥砂河流上。

二、无坝渠首设计的影响因素

无坝渠首是一种简单的取水形式。因其不能控制河道水位和流量，故常常受到河流水位变化、泥砂运动以及河床变迁等影响，现分述如下。

1) 无坝取水受河流水位涨落的影响较大。一般在汛期，由于河道水位高、含砂量大，无坝取水常超过设计流量和允许的含砂量；而在枯水时期，由于水位低、流量小，无坝取水常不易满足灌溉的要求。因此，进水闸的结构布置应能适应河水涨落变化的影响和采取必要的防砂措施。

2) 无坝渠首受所在河段水文泥砂特性、河床稳定性以及引水量多少等因素的影响很大。尤其是当河床不稳定、主流摆动不定时，对其影响更大。当主流远离取水口时，取水便得不到保证。严重时，取水口甚至被泥砂淤塞，不能使用。如黄河人民胜利渠渠首，其位置选在秦厂水文站附近，渠首的对岸上游有山嘴突出，可以将主流挑向渠首附近，使渠首经常靠近主流。该渠首自1952年建成后，引水通畅，进砂也少。但经过1956年较大洪水后，河床变迁，主流南移，闸前出现大片砂滩，渠首只能引黄河倒漾的水，不仅引水困难，而且进砂也多（图2-2）。又如河南

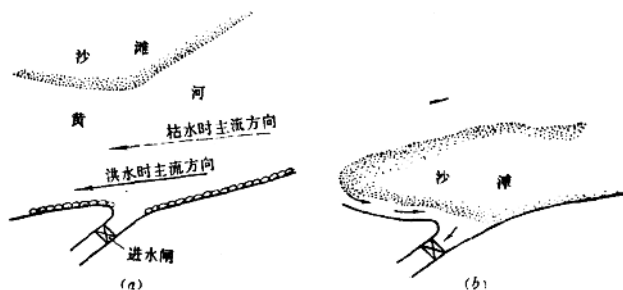


图 2-2 人民胜利渠渠首河道主流变化示意图

(a) 人民胜利渠建成时，河道主流靠近渠首；(b) 1956年后，渠首前出现大片砂滩