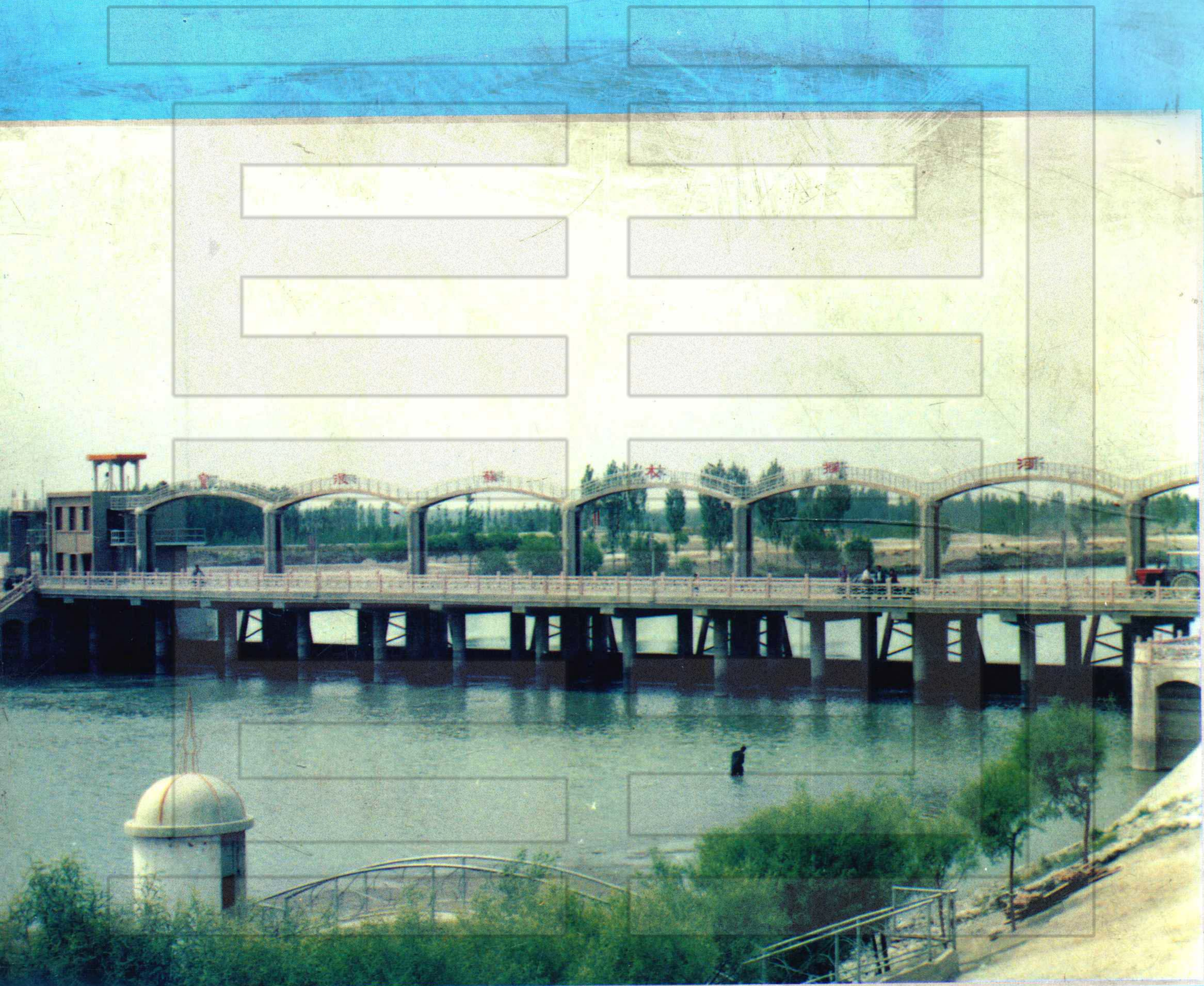


新疆引水渠首



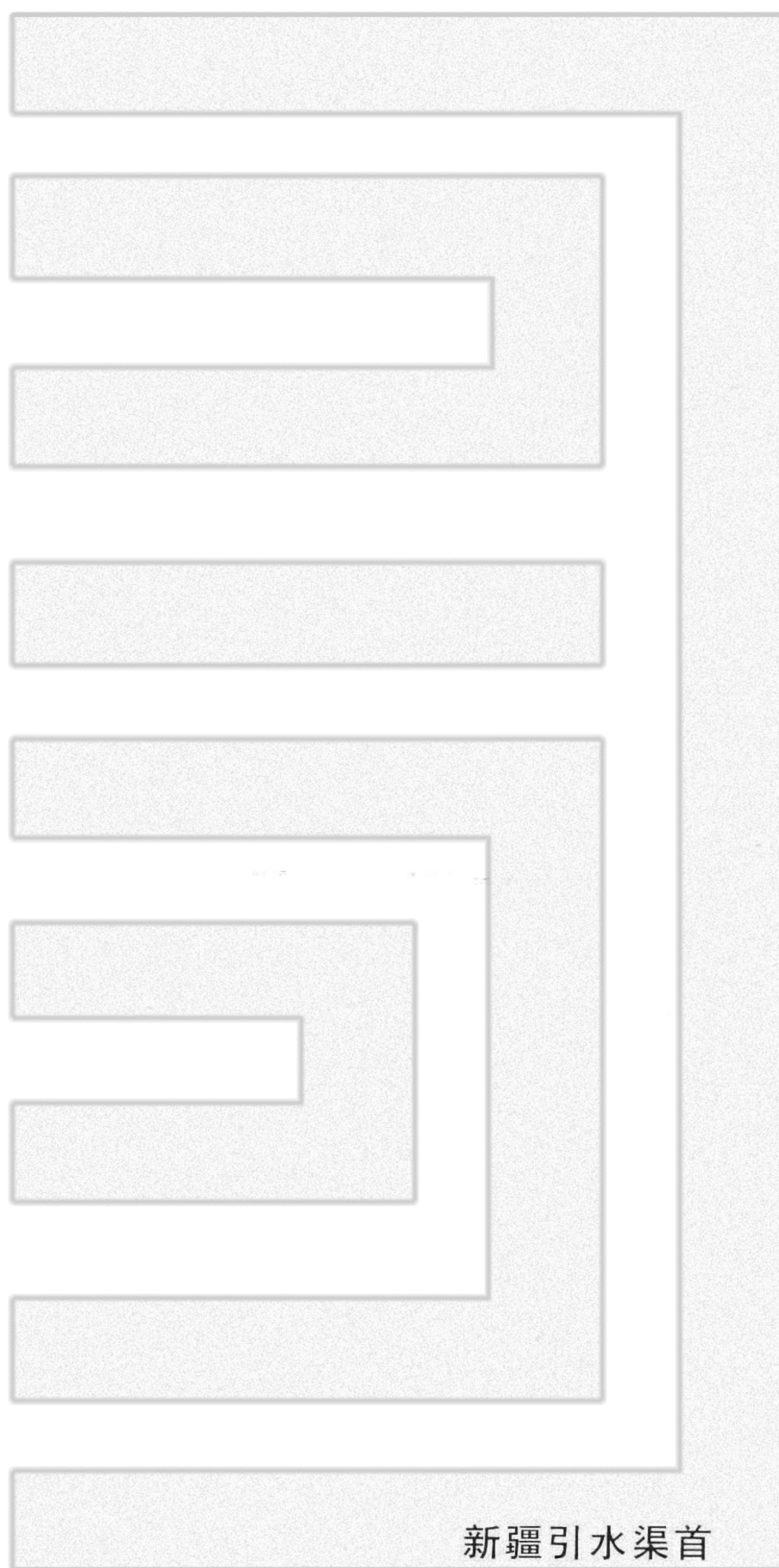
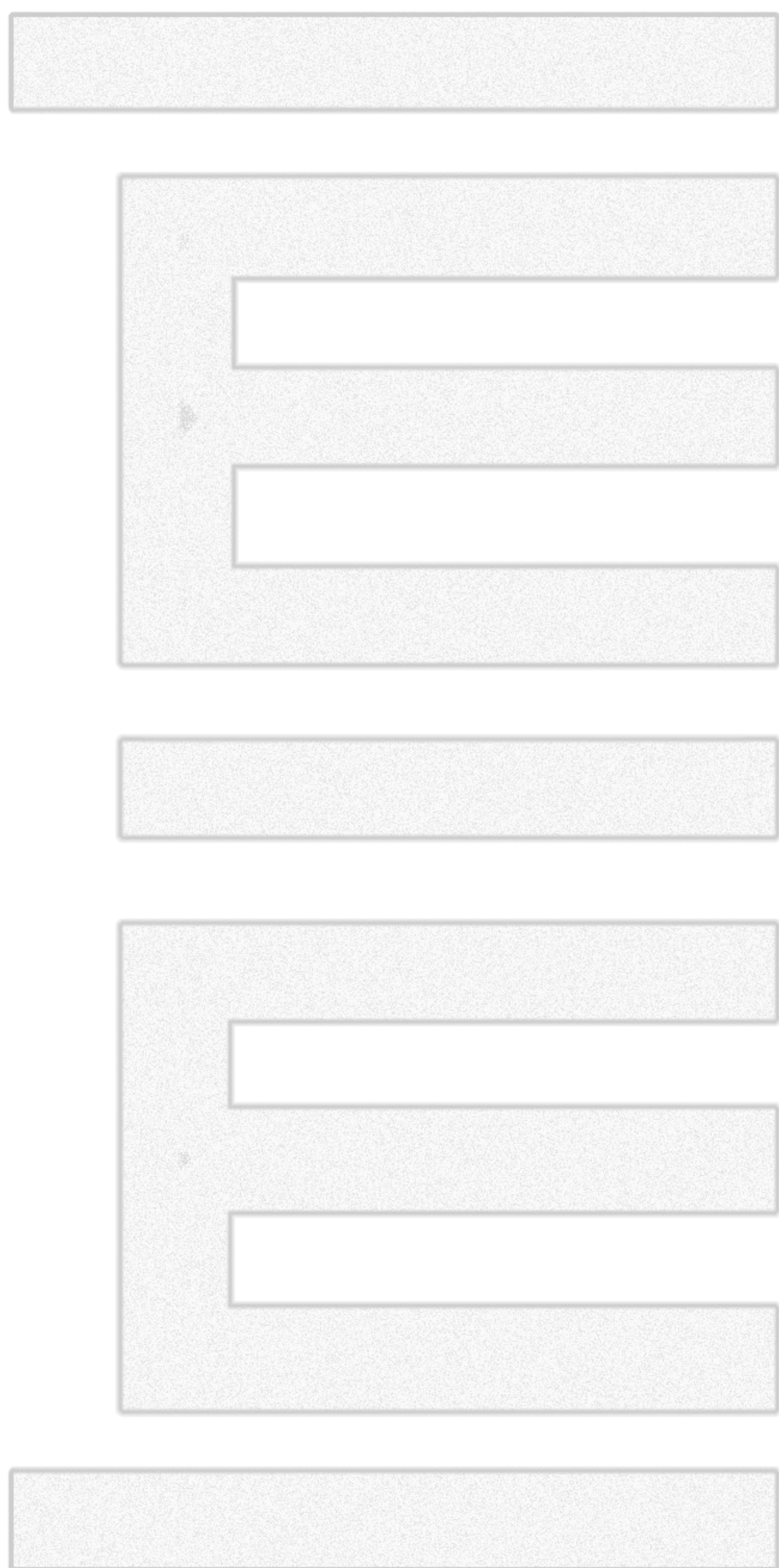
新疆维吾尔自治区水利厅
新疆水利学会

新疆引水渠首

主编 李锡龄

新疆人民出版社

责任编辑: 梁 枫
封面设计:



新疆引水渠首

新疆维吾尔自治区水利厅
新疆水利学会

新疆人民出版社出版
香港霞飞印务有限公司
1994年3月第一次版
1—3000册
ISBN T—228-02930—5/S · 134
定价: 100 元

新疆水利丛书编委会

主任: 张立德

副主任: 吐尔逊·托乎提 李锡龄 唐其钊

伊马木·日莫吐拉 刘笃德

委员: 周聿超 杜本立 文国荣 赵鸿斌

林仁亨 解 放 马积虎 夏玉彭

严孝达

顾问: 王鹤亭 阿扎买提 张清臻

办公室主任: 姜献德

副主任: 吴肇基

新疆引水渠首

主 编: 李锡龄

副 主 编: 林仁亨

前 言

渠首乃引水渠之首,是下游千百万亩灌区的引水起点,人们形象化称之为龙口。对于农业全靠灌溉的干旱地区,引水渠首是十分重要的,它不仅要引足够的水量满足灌溉的需求,而且要尽可能减少泥沙入渠,以保建筑物长期安全运行。

解放后,经过几代人的努力,新疆已建成各种类型的引水渠首400多座,使全区农田灌溉面积由解放初期的1680万亩发展到目前的5800多万亩。新疆连年取得农牧业丰收,从过去的粮食调入省变成了粮食调出省,棉花总产量跃居全国第一,这些成就是在一大批引水渠首建成后才得以实现的。新疆引水渠首建设凝聚着新疆水利工作者的艰辛和汗水,根据不同的河流水沙状况,他们从渠首定位、型式采用、引水量的大小、排沙方式、到建筑物各部分的尺寸,都进行了精心筹划,建成后进行现场观测,对不适用或不完善的部分改建,总结经验,屏弃失败的部分,直到取得满意效果。“新疆引水渠首”一书,由我区几位解放初期就从事引水渠首建设,到目前仍从事技术审查工作的老专家执笔写成,是他们几十年技术工作的结晶,也是全疆进行渠首建设的广大水利工作者的奉献,实现了新疆水利工作者多年来总结此类经验的宿愿。

新疆虽已建设了一大批引水渠首,但仍有许多新的渠首等待我们去建设,还有一些旧的渠首等待我们去改建。在进行这些工作之前,认真阅读一下这本书,可以从中吸取许多“营养”,也可以体味到老一代水利工作者的良苦用心。

本书各章作者如下:

- | | |
|-----|---------|
| 第一章 | 李锡龄 |
| 第二章 | 郭士付 |
| 第三章 | 李承琪、谢致刚 |
| 第四章 | 陈树林、王 静 |
| 第五章 | 严晓达、卫树藩 |
| 第六章 | 赵中潜、邹开化 |
| 第七章 | 陈树林、王 静 |

本书在编写过程中,承蒙各地(州)及生产建设兵团各有关方面专家大力支持,他们或亲自撰写了有关工程介绍,或提供了宝贵资料,离开他们的具体帮助和支持,本书是难以编写出版的。李长林、赵小平、李晓萍等同志亦帮助做了大量工作,在此一并向他们表示深切的感谢。书中难免有疏漏之处,请各位热心读者予以指正,以改进今后之工作。

编 者

1993年12月30日

目 录

前言	
第一章 绪 论	1
第二章 无坝引水渠首	3
第一节 无坝引水渠首的运用和发展概况	5
第二节 无坝引水渠首的规划、设计	16
第三节 无坝引水渠首工程	31
第三章 弯道式引水渠首	38
第一节 弯道式引水渠首设计	87
第二节 弯道式引水渠首工程	88
第四章 底栏栅式引水渠首	92
第一节 底栏栅式引水渠首的运用和发展概况	114
第二节 底栏栅式引水渠首规划、设计及运行管理经验	117
第三节 底栏栅式引水渠首工程	150
第五章 拦河闸坝式引水渠首	152
第一节 拦河闸坝式引水渠首的设计	153
第二节 拦河闸坝式引水渠首工程	170
第六章 分层式引水渠首	173
第一节 分层式引水渠首的运用和发展概况	175
第二节 分层式引水渠首设计要点	176
第三节 分层式引水渠首工程	
第七章 渠首泥沙的二次处理	
第一节 曲线形沉沙池	
第二节 漏斗式沉沙池	
第三节 螺旋流排沙涡管	
第四节 各类沉沙池工程	

CONTENT

Preface		
Chapter I Introduction		1
Chapter II Damless water intake		
Section 1. General description of damless water intake development and exploitation		3
Section 2. Planning and design of damless water intake		5
Section 3. Damless water intake projects		16
Chapter III Flow bend water intake		
Section 1. Design of flow bend water intake		31
Section 2. Flow bend water intake projects		38
Chapter IV Screen water intake		
Section 1. General description of screen water intake development and exploitation		87
Section 2. Planning, design and operation experiences of screen water intake		88
Section 3. Screen water intake projects		92
Chapter V Movable dam water intake		
Section 1. Design of movable dam water intake		114
Section 2. Movable dam water intake projects		117
Chapter VI Flow stratification water intake		
Section 1. General description of flow stratification water intake development and exploitation		150
Section 2. Design fundamentals of flow stratification water intake		152
Section 3. Flow stratification water intake projects		153
Chapter VII Secondary sediment scouring on main canal after head works.		
Section 1. Curved settling basin		170
Section 2. Funnel type settling basin		173
Section 3. Sediment – scouring vortex tube under spiral flow		175
Section 4. Various kinds of settling basin projects		176

第一章 绪 论

新疆是干旱地区,就平原和丘陵农业种植区而言,年降水约为300—50mm,特别干旱地区年降水仅6mm。绝大部分地区的农业生产必须依靠灌溉。

新疆有大小河流570条,绝大部分属山溪性河流,其河源天然植被极差,每逢暴雨或融冰化雪水形成的径流,挟带大量泥沙,顺流而下,尤其是推移质泥沙,给灌溉引水和径流式水电站的引水造成极大困难。

解放前,新疆没有一座永久性引水渠首。新疆各族人民,在总结长期生产实践经验的基础上,多在河流自然河湾的凹岸,利用梢木和卵石等压坝堵水;或在顺直河道上利用杓杈、卵石和树梢等做成适当的导流引水道,以引取灌溉用水。然而,这种简陋的引水设施,经不起洪水的冲击,造成枯水小旱,洪水期因引水设施被冲毁又造成大旱,给新疆各族人民带来极大的灾难和沉重的负担。

解放后,新疆各族人民和各级水利部门的水利技术工作者,在各级党委和政府的领导下,不断总结和探索自己的防沙引水经验,吸取区外和国外防沙引水先进技术,并不断探索和改进这些引水设施,使适合新疆河流水文、泥沙特性和引水比高的特点,建成了大量具有新疆特点的各种型式的引水渠首。截止1992年底,共建成各种型式的引水渠首417座,其中无坝引水式渠首171座,弯道式引水渠首29座,底栏栅式引水渠首74座,拦河闸坝式引水渠首137座,分层引水式渠首6座。

以上所述各种型式的防沙引水渠首,或利用河流在弯曲河段特有的水流结构——横向环流,防止底沙入渠;或是利用不同粒径的泥沙在水流立面上的分布特点,引取不含或含少量推移质泥沙的水入渠;另一种则是利用机械设施,阻拦一定粒径以上的推移质泥沙入渠。弯道式引水渠首和利用河道的天然河湾在凹岸引水的无坝引水式渠首是利用水流在弯曲河段处的横向环流引水的;分层式引水渠首是利用不同粒径泥沙在水流立面上的不同分布以防推移质泥沙入渠的;底栏栅式渠首,是利用设在引水廊道顶部或侧边的栅条阻止大于栅条间隙的泥沙进入廊道的;而拦河闸式引水渠首则多在粗颗粒推移质泥沙较少的河流上使用,在使用中又利用了不同粒径泥沙在水流立面上的不同分布特性,采取进水闸底高程高于泄洪闸底高程的措施,引取表层含推移质泥沙较少的水流。

在工程实践中,一种特定型式的引水渠首,除主要依靠其特定规律设计外,还借助于其他综合措施以加强防止推移质泥沙入渠的作用。如弯道式引水渠首,除利用横向环流的规律,引取凹岸表层含推移质泥沙极少的水流外,还采取了抬高进水闸底高程的措施,借助于泥沙在水流立面上分布不同的特点,以减少底沙入渠。固然此种布置形式逐渐发展成为以抬高进水闸底高程,以求增大弯道式引水渠首整治段的淤积库容,从而可在枯水期延长间歇冲沙的间隔时间,力争在枯水期多引水。另外,大部分此类引水渠首都设置了悬臂挡沙槛,以加强推移质泥沙的排泄,有的渠首还增设了导沙潜堰,作为排沙的辅助设施。再如从头屯河底栏栅式引水渠首首先采用的在底栏栅式渠首上加设泄洪冲沙闸的布置形成,以及其后发展成为伊犁地区所谓的“蝶形”向两岸引水的底栏栅式引水渠首,这种在底栏栅式引水渠首增设泄洪冲沙闸的主要目的,在于在洪水期利用泄洪冲沙闸,在泄洪的同时排走已淤积在渠首上游的淤沙以减少过栅的推移质沙量,但这种布置形式使底栏栅式引水渠首在洪水期引水时,由于底栅的设置高程高于泄洪冲沙闸底高程,因此,与泄洪冲沙闸泄洪的同时引水时,底栅所引水流属于表层水流,从而兼得了分层引水的防沙效果。

值得一提的是,弯道式引水渠首是在五十年代后期,引进原苏联费尔干式引水渠首的基础上,通过对根据苏联专家直接指导所修建的费尔干式渠首在运行中所暴露的问题,结合新疆河道水文特性以及引水比高的特点,在不断总结正反面经验和深入的探索后,逐渐形成的有新疆特色的引水渠首。

总结早期所建人工弯道式引水渠首(即费尔干式渠首)失败的主要教训,在于没有结合新疆河流洪枯流量悬殊,尤其是年径流小而引水比又很高的山溪性河流的特性,教条地搬用原苏联专家阿尔图宁所提出的以洪水频率为3%—10%的造床流量作为人工整治段的设计流量,致使所设计的渠首上游整治段过宽,以致在一般的洪水流量下

形不成横向环流,或虽形成了横向环流,但强度很低,产生不了推移质泥沙由凹岸向凸岸的运移,造成引水渠首防沙效果不佳;或更有甚者,水流在整治段内左右游荡,破坏了弯道式引水渠首赖以防沙的水流结构。有鉴于此,在1963年设计三屯河东干渠渠首时,其上游整治段的设计流量定为引水流量的两倍,超过此流量的洪水,则由设在上游整治段进口以上的由叠梁式闸门控制的泄洪闸泄出,以期泄洪闸既渲泄洪水,又同时冲走大量推移质泥沙,较三屯河西干渠引水渠首的设计,在设计思想上是一次大的突破。

在伊犁喀什河渠首的设计中,对上游弯道整治段的设计流量改用在每年的洪水期能出现30天以上的洪水流量,并在整治段上游进口处设泄洪冲沙闸,既渲泄超过整治段设计流量的洪水,同时又作为第一级排沙设施,以排泄大量推移质泥沙。伊犁喀什河渠首在建成后,保证了整治段内横向环流的形成,运行情况一直良好。在伊犁喀什河弯道式引水渠首之后设计和修建的渠首,其整治段的设计流量也有采用2-3倍进水闸设计流量的。叶尔羌河的喀群渠首和阿克苏河的西大桥水电站引水渠首则是在更大河流上具有新疆特色的弯道式引水渠首。

渠首位置的选择,现在已逐步被人们所重视。除因受自然条件的限制或其他因素的制约,使渠首位置的选择受到限制外,渠首位置一般多选在出山口处或其附近。因为这里相对来说,推移质泥沙的沙源较下游为少,同时河流在出山口处,一般处于河流冲积扇的顶部,河床多属下切河段,坡陡流急,有利于排沙。

在少数年径流量大、流程长、灌区分布范围较广的河流上解决灌溉引水问题,多以多首制渠首解决,其引水问题即使在用一首制即可解决其引水问题的河流上,在新疆干旱地区的特定条件下,亦需考虑另外设置引取上游渠首冲沙水和补充引洪的辅助渠首。在新疆往往可利用原有的引水渠首稍稍加固,即可用做辅助引水渠首。

没有精心设计和精心施工的渠首作为渠首管理的物质基础,要搞好渠首的管理是困难的;但即使渠首的设计和施工质量是优质的,要维持渠首的正常运转,没有精心的管理,也是难以实现的。优质的管理既可弥补设计或施工中遗留下来的缺陷,更可为改进设计提供宝贵的实践资料。所以,提高管理水平,加强运行资料的观测和分析研究,更显得十分重要。

自治区虽然已经建成了为数众多的各种引水渠首,但需要新建或更新改建者仍为数不少。为了做好今后渠首的选址、选型和规划设计,特请自治区各地(州)和生产建设兵团各师水利部门有实践经验的同志撰稿或提供有关资料,并请水利厅、水利水电勘测设计院及水科所多年从事渠首规划、设计以及试验研究的有关同志,撰写了各种渠首的规划、设计原则及注意事项的综合说明。并从已建的各种渠首中,既选了早期修建的或存有代表性问题的渠首,也选了较成功的渠首作为典型,以期从各种类型渠首的发展和成长过程中,窥探出取得成功的脉络。对所选的这些具有代表性的渠首,都编录了其平面布置及主要剖面图,并编写了设计及运行情况介绍。汇集以上资料,编成了“新疆引水渠首”一书,希望在今后渠首的规划、设计中,能吸取其成功的经验,避免重蹈其失误的覆辙。若此书能为今后渠首的建设起到择优避误的作用,则可使为此书编写综合说明和情况介绍以及编辑、制作图纸而付出辛勤劳动的同志得到欣喜的慰藉。

第二章 无坝引水渠首

第一节 无坝引水渠首的运用和发展概况

新疆共有大小河流570条,河川总径流量884亿立方米。河川径流形成于山区,散失于山前的冲洪积平原或沙漠边缘的洼地湖泊。新疆农业具有古老的传统,发展农业,必须发展水利建设。长期以来,经过辛勤经营,建成了许多农业繁荣、水利发达的荒漠绿洲。但农业生产和水利建设的发展也受到历史条件的限制。由于山溪河流出口以后,流经冲积扇和洪积平原,河水逐渐渗漏和蒸发,水量减少,所以以往的引水口建在出口地段,傍河开口,即为无坝引水渠首。这种引水渠首一般设有临时导流堤,但每遇洪水,导流堤即被冲毁,洪水过后又重新修复,年年都需要投入大量劳力和大量的梢料、木料及砂石料。这类无坝引水式渠首,目前在部分河道上仍在继续使用。

截止1992年为止,新疆共有各类引水渠首417座,其中无坝引水渠首171座,无坝式引水渠首的数量居各类引水渠首之首位。但无坝式引水渠首存在如下问题:

1. 解放前,新疆的水权分散,各自为政,当时建立了不少分散的无坝引水渠首。解放初期,由于缺乏经验,在没有统一规划的情况下兴建了许多新渠首,以满足农业生产用水需要,这样就造成了一条河上引水渠首众多,无法统一管理,水资源分配很不合理,上、下游用水矛盾大。枯水期下游因引不上水,农业受旱减产;洪水期龙口多被冲毁,大量洪水进入灌区,破坏土地,淹没农田,甚至造成土壤次生盐渍化、沼泽化。

2. 临时性的龙口经常被洪水冲毁。为了防洪引水,每年都要付出大量的人力、物力和财力,群众负担沉重。

3. 为了引水,每一个渠首之前都要修建引水坝,堵塞了河道,抬高了河床,减小了河道行洪能力。

4. 新疆河流含沙量大,推移质泥沙多。由于过去修建的简易临时引水渠首不能排沙,大量泥沙带入渠道和灌区。

解放后,由于农业生产的迅速发展,引水比要求日益增长,使得一些原来的无坝引水工程逐步得到改建或重建。有的旧无坝引水渠首已不能满足需水流量而改建成拦河式的引水渠首;有的临时压梢式的引水口改建成永久性的无坝渠首。如在叶尔羌河下游河段的民生渠引水枢纽,是巴楚县主要的引水渠首,它担负着红海子、色力布亚两大灌区和克拉克农场共50多万亩(3.33万多公顷)耕地的灌溉引水及4座中型水库(总库容1.72亿 m^3)的引洪蓄水任务。近期还计划发展50多万亩(3.33万多公顷)耕地和林地。原来的民生渠渠首系临时性梢木结构无坝渠首,因年代历久,虽年年整修,耗费了大量的木材和劳动力,但引水仍得不到保证。汛期需防洪抢险,问题较多,危及下游及县城安全。所以于1986年改建该渠首为永久性的拦河闸式引水枢纽。解放后至八十年代,新疆境内在年径流量超过10—20亿 m^3 的中型河流上先后修建或改建原来的临时无坝引水渠首30多座。虽然新疆境内在解放后修建了许多有坝引水渠首,但多在中、小型河道上。至于在年径流量超过10—20亿 m^3 以上河流上修建有坝渠首还是在近一、二十年,尤其是八十年代以来才陆续起步。新疆解放后,在南疆中型以上较大河流上建成的无坝半拦河引水渠首有:克孜河上的阿瓦提引水渠首,引水流量为40 m^3/s ,灌溉面积为87万亩(5.8万公顷);阿克苏地区阿克苏河上的艾力西引水渠首,引水流量为120 m^3/s ,灌溉面积为113万亩(7.5万公顷);在北疆有灌溉面积为20万亩(1.3万公顷)的察布查尔渠首,自特克斯河引水的巩留县团结渠渠首等。

无坝引水渠首是一种最古老的引水设施,是古代发展下来的引水形式。古今中外,无坝引水渠首分布极广。我国黄河上、中、下游曾有一些历史上著名的无坝引水渠首,一直使用至解放后的五十年代。如内蒙古河套灌区在未建三盛公枢纽之前的磴口无坝引水渠首,宁夏未建青铜峡枢纽之前的唐徕渠渠首、汉渠渠首。目前,黄河下游自河南孟津以下共有2900万亩(193万公顷)引黄灌区均由无坝引水渠首引水灌溉,引水流量约3000 m^3/s 。闻名中外的都江堰工程(图2-1),它位于四川省灌县,已有两千多年历史。据东汉史料记载:“蜀太守李冰主修都江堰”。它既利用天然河湾,又布设人工弯道,在引水防沙方面有许多独创之处,遂使它在漫长历史中经久不衰。都江堰在秦代建成初

期,灌田约五、六十万亩(4万公顷),至1949年,灌区发展为280万亩(19万公顷),八十年代初期,实际灌溉面积已增至约900万亩(60万公顷)。

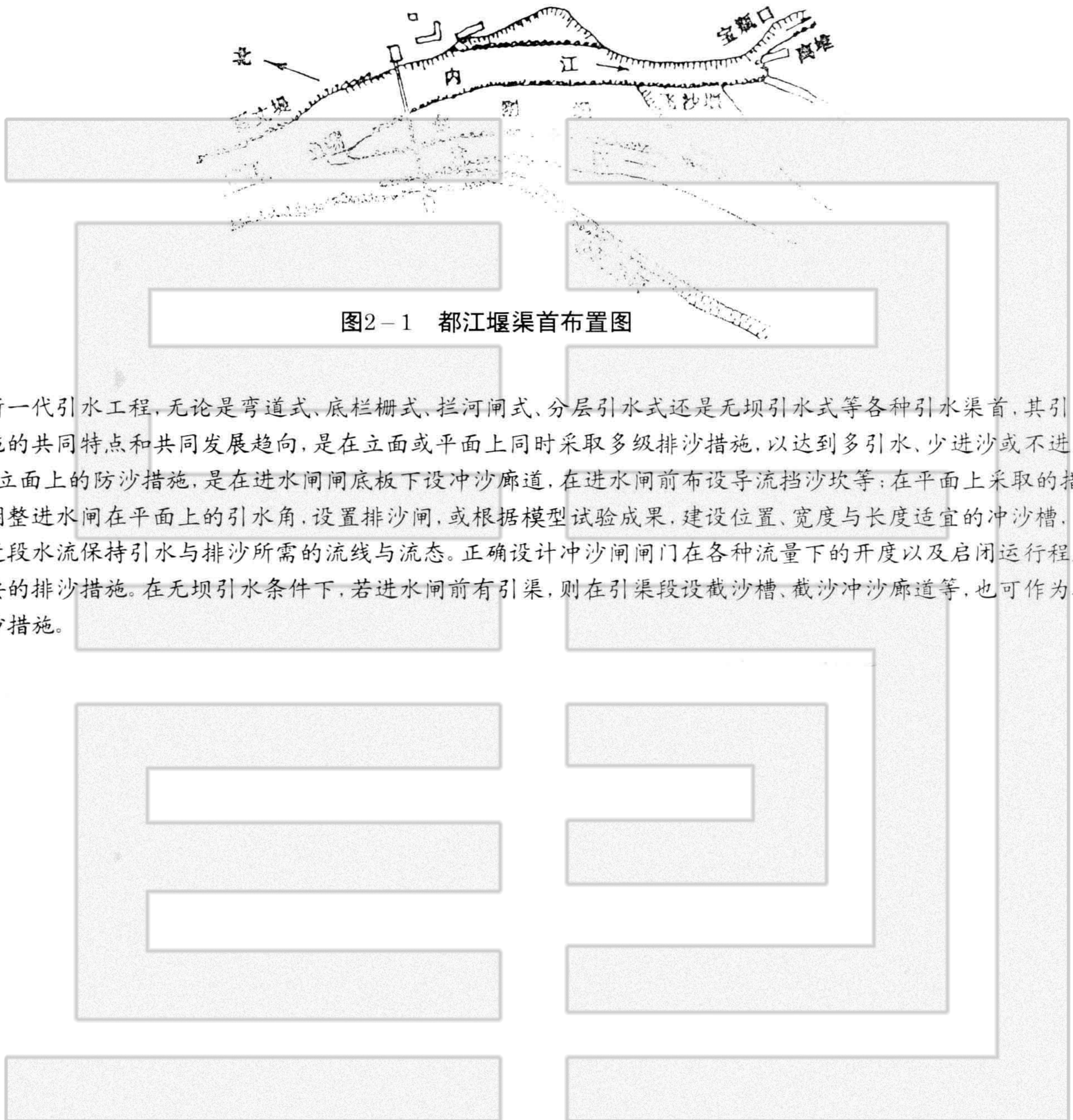


图2-1 都江堰渠首布置图

新一代引水工程,无论是弯道式、底栏栅式、拦河闸式、分层引水式还是无坝引水式等各种引水渠首,其引水排沙措施的共同特点和共同发展趋势,是在立面或平面上同时采取多级排沙措施,以达到多引水、少进沙或不进沙的目的。立面上的防沙措施,是在进水闸闸底板下设冲沙廊道,在进水闸前布设导流挡沙坎等;在平面上采取的措施,包括调整进水闸在平面上的引水角,设置排沙闸,或根据模型试验成果,建设位置、宽度与长度适宜的冲沙槽,以便使行近段水流保持引水与排沙所需的流线及流态。正确设计冲沙闸闸门在各种流量下的开度以及启闭运行程序也是重要的排沙措施。在无坝引水条件下,若进水闸前有引渠,则在引渠段设截沙槽、截沙冲沙廊道等,也可作为辅助的防沙措施。

第二节 无坝引水渠首的规划、设计

渠首工程又称低水头引水工程。主要用于灌溉、发电及工业引水等。

渠首分为无坝引水和有坝引水两类。

无坝引水渠首无须拦河筑坝壅水,而是从河岸适当位置开口引水,工程比较简单,引水比小。它的主要建筑有进水闸、冲沙闸及上下游河道整治工程等。有些无坝引水渠首还要增设沉沙池以再次处理泥沙。当河道水位和流量都能满足引水要求时,就可以在河岸岸边选择适当位置修建进水闸,开挖引水渠,在进水闸前修建导流工程即可达到引水的目的。历史上要繁荣农业,必先引水灌溉。其引水渠首的型式,由于受历史条件的限制和引水流量相对较小等,多采用可以就地取材的无坝引水方式。

随着灌溉农业的迅速发展以及城市用水的骤增,引水工程由单一的灌溉用水逐步向综合利用发展。特别由于当代科学技术的发展和新兴建筑材料的广泛采用,出现了一批在结构上和布置形式上以及建筑材料的选用上均有别于古代引水工程,而在引水防沙功能上又远胜过古代引水工程的近代与现代低水头引水防沙枢纽。现代对直接从河道的引水,在引水数量、质量上要求与日俱增,由之使引用水量与冲沙水量之间的矛盾日益突出,即要求渠首引水比高,进渠泥沙量少,冲沙用水量少。但发源于高山的山溪河流携带推移质量多、粒径大,要求冲沙水比平原细沙河道有更大的冲沙动能,即更大的流量与坡降;其次,供水对枢纽提出的不含泥沙的水质要求愈来愈高;第三,随着水资源需求增加,要求渠首的引水比日益提高,能用于冲沙的水量愈来愈少,对引水枢纽的防沙要求以及单位水量排沙率要求愈来愈高。为此,引水枢纽为了满足引水防沙要求必须选择优良的枢纽位置,并根据枢纽本身的特点和条件,做出切合实际的最优布置方案。而以上所述这些对水量、水质的要求,对一些特定河流上的无坝引水式渠首是难以满足的。

一、无坝引水渠首的类型

无坝引水渠首按河道平面形状分为弯道引水和顺直河段引水渠首;按取水口多少分为一首制无坝引水渠首和多首制无坝引水渠首;按平面布置形式不同,无坝引水渠首还可分为引渠式和岸边式;按取水方式,无坝引水渠首又分为自流式和动力提水式。

二、无坝引水渠首的位置选择

无坝引水渠首的主要问题是渠首位置的选择。闸址选择是根据当地地形、地质、水位、流量、泥沙等自然条件,能否满足自流引水的高程要求,并考虑施工、管理和其它方面的因素,经过技术经济比较后综合考虑确定的。

无坝引水渠首没有拦河壅水的坝或拦河闸,工程比较简单,施工方便。它的缺点是水流、水位无法控制,引水保证率低,引水比小。位置选择恰当与否,对保证按设计要求正常引水和减少泥沙入渠起着决定性作用。在多沙河流上,无坝引水渠首会遇到特别复杂的泥沙处理问题。因此,渠首的位置要考虑布置防沙措施的可能,有的需要冲沙闸,有的还需要安排修建沉沙池。为此,渠首位置要求选在河道稳定,河岸坚固,水流集中,引水顺畅,主流靠近河岸的河段上。无坝引水渠首首先要尽可能布置在河流的凹岸。在无坝引水渠首位置选择和工程布置时,应考虑利用弯道引水问题。弯道水流受离心力的作用,使表层水流流向凹岸,由此导致水流在横剖面上产生凹岸水流沿横剖面的底部流向凸岸的横向流,此横向底流将底沙推向凸岸。由于水流在河湾处所形成的横向环流,底沙大部流向凸岸,凹岸水面壅高,凸岸水面相对降低,形成横向比降。这样发展的结果,使凹岸成为水深流急的主槽,而凸岸则成为水浅流缓的浅滩。所以,渠首位置要尽量选择利用天然河湾,而将引水口布置在凹岸,因为凹岸水深,而且较少淤塞问题。进水闸底槛可以选择在合适的高程位置,以防止推移质泥沙进入渠首。但在河流弯道上选择无坝引水渠首的位置时应尽量使渠首引水口布置在河道弯曲段顶点的下游侧,由于横向环流的作用,凹岸总是向下游发展的,同时无坝引水口在河流弯道的顶点以下,以利用环流引取表层清水,可以达到较好的防沙效果。在没有适当的弯道河段情况下,渠首只好布置在河流的直线段上。但即使在直线河段上,也要避免把渠首的引水进口布置在稍呈凸岸一侧。

无坝引水渠首在直线河段取水是不理想的。若无法避开时,应将取水口选在主流靠近河岸、河床稳定、水位较高、流速较大、没有边滩移动的河岸。一般情况直线河段主流都不靠岸边,且常伴有边滩移动,因此,可能得到的引水比小,且不均匀,进沙量则较大。

选择无坝渠首位置时还须详细了解拟建渠首所在河段的水文、泥沙、地质和河床冲淤等情况,如流态不好,河床不稳定,常需在河床中修建专门的整治工程。支流入汇附近的上下游不宜布置无坝引水口。在支流入汇上游布置渠首,会受支流入汇的顶托,在冲积沙咀作用下,可能使主流改道,引水口脱流。渠首如布置在支流入汇口以下,不仅增加了泥沙来源,而且受支流冲积扇影响,使天然河道的流态改变,同时还会造成引水口淤塞。在有分叉河段上,也不宜布置无坝引水口,因主流摆动不定,又常发生交替变化,导致叉道淤塞,引水困难。

闸址位置宜选择在坚硬、紧密的天然地基上,尽量避免采用人工处理地基。还应考虑施工导流、场地布置、材料来源、交通运输、基坑排水、施工等其它条件。

闸址位置选择还应考虑建成后便于管理运用、养护修理和防汛抢险,还应有利于环境保护和管理单位综合经营。根据枢纽工程性质及综合利用要求,统一考虑渠首与其它建筑物的合理布置。

水流流态复杂及较重要的渠首,闸址选择还应对有关问题进行专门论证及水工模型试验论证。

三、无坝引水渠首的布置形式

(一)无坝引水渠首的引水角

引水渠或引水口是直接由河岸开口引水。其布置原则是:

1、应使引水渠轴线与河道主流轴线之交角——引水角尽可能小一些,使主流能平顺地进入引水口,避免含沙底流趋向引水口,减轻对口岸下唇的冲刷。但在引水角越小的情况下,引渠进口长度增加,进口流速与单宽流量分布不均匀,在进口处产生回流,造成泥沙淤积(图2-2)。侧向分流的引水口,采用较小的引水角可缓和副流作用,即进沙浓度可相对降低。因此,在布置侧向引水时(即河岸引水),引水角宜在 $30^{\circ}-45^{\circ}$ 之间选用。但当引水比大于 $1/4-1/3$ 时,入渠泥沙会大大增加,所以无坝引水渠首的引水比不宜过大。实际上在无坝侧面引水的情况下,引水比都在30%以下,如果需水量较大,一个无坝引水渠首不能满足水量需要时,那么可以沿河再修建一个无坝渠首。小于 35° 的引水角通常不宜采用,因为引水角太小,会使渠首结构和布置大为复杂化。当引水比相当小时,才能使引水角为 90° 。

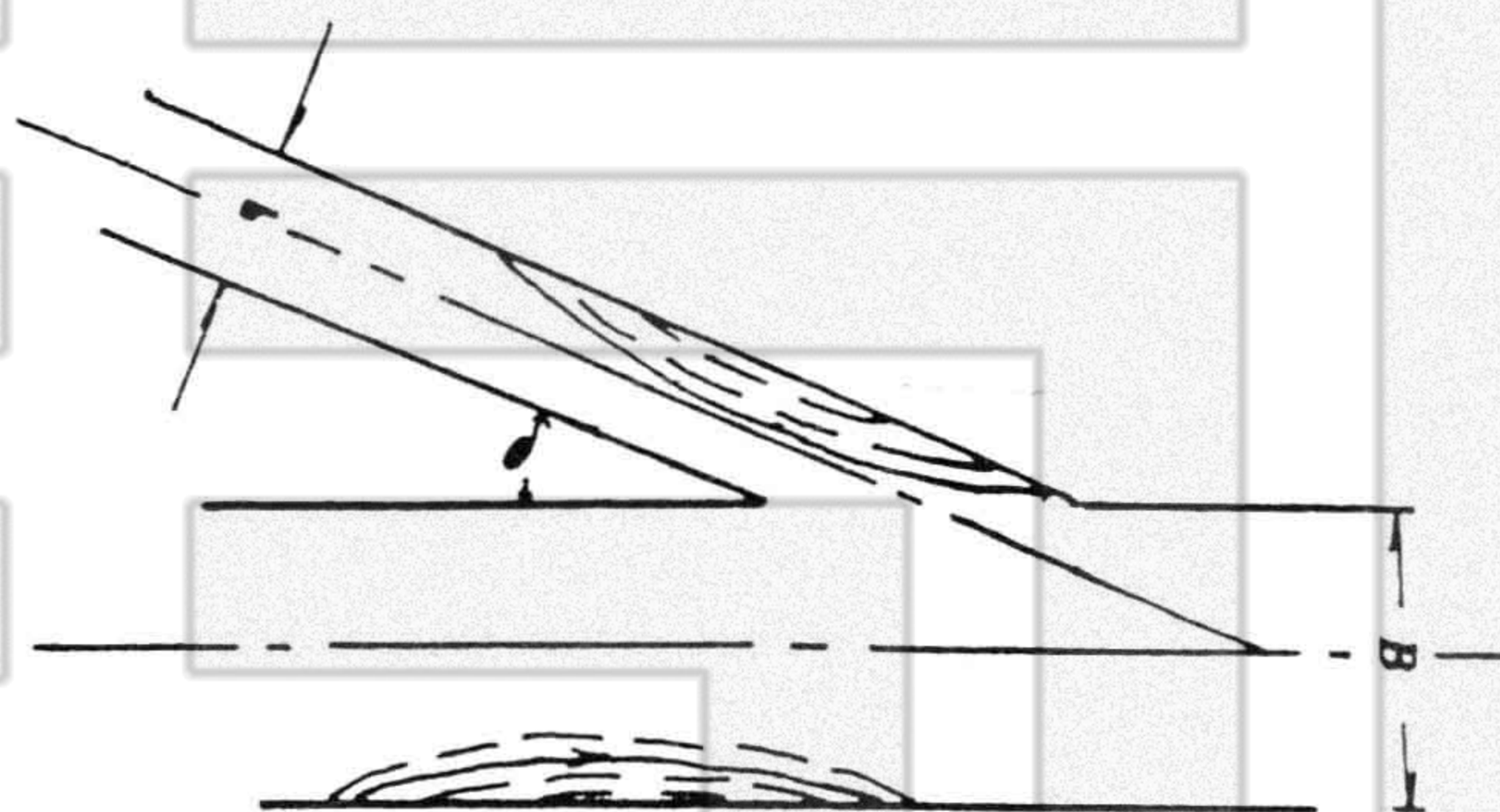


图2-2 引水口回流淤积图

在直线河段布置无坝引水口时,引水口可进占部分河床,这样可显著减小引水角,也减小了引水底流宽度,也就减小了引水口进沙量(图2-3)。

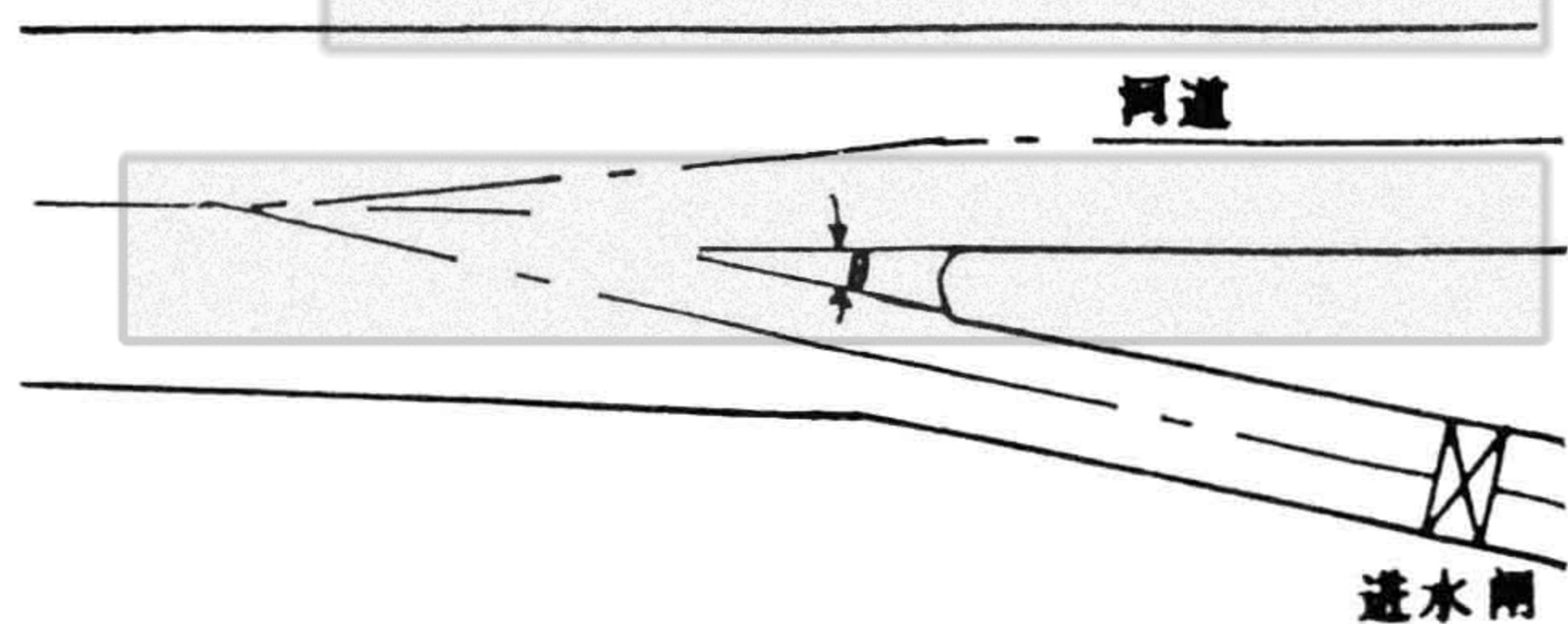


图2-3 进水闸占用部分河道的无坝引水口

2、在保证安全的前提下,应尽可能使进水闸紧靠河岸,力求缩短闸前引水渠长度,以减少水头损失和减轻泥沙淤积。进水闸能否靠近河岸与河岸稳定性有关。进水闸如靠近河岸,则需要平顺的弧线与河岸相连,其长度视河岸变形范围而定。但应在开启进水闸或冲沙闸时能自行冲沙。

3、为了消减引水口处的回流,引水口处的上下边角要作成园弧形,使引水口门呈不对称的喇叭口形。以进口流速不大于 1.5m/s 为宜,因为流速太大,会挟带泥沙入渠;但也不要小于 0.8m/s ,因流速太小,会增加进水闸的门幅宽度。引水口门上下边角呈圆弧形,削角半径 R 的近似算式为:

$$R = 2bv^2 / u^2 \sin^2 \alpha$$

式中: b ——引水渠宽度(m)

v ——引水口前河道水流的平均流速(m/s)

α ——引水角

u ——引水渠道平均流速(m/s)

4、引水渠进口高程是控制引水流量,防止底沙入渠,保证渠首正常运行的关键。一般采用引水渠进口前河道设计水位下的河床平均高程。在推移质泥沙较少的情况下,为引取枯水流量,引渠高程可低于河床平均高程。如河床为沙基,推移质泥沙来量较多,引渠进口高程可高于河床平均高程1-2m,视河道设计水位、渠首设计流量和引水保证率而定。为使引水渠进口流速分布均匀不产生回流,进口单宽流量必须相等。

(二)无坝引水渠首布置形式

无坝引水渠首的布置形式,常用的有以下几种:1、有导流堤的无坝引水;2、弯道无坝引水;3、多首制无坝引水。

无坝引水渠首的布置应根据河床、河岸的稳定情况,河道的来沙特性及引水量大小而各有不同,但都有一个共同特点,就是沿河侧面引水。无坝引水渠首的关键是引水口位置选择,位置选择得当,引水排沙就基本上有了保障。无论那一类型渠首,还要在建筑物布设上和防沙措施上提高工程的引水能力和防沙效果。

无坝引水渠首可布置成正面进水的(图2-4),也可布置成侧面进水的(图2-5)。

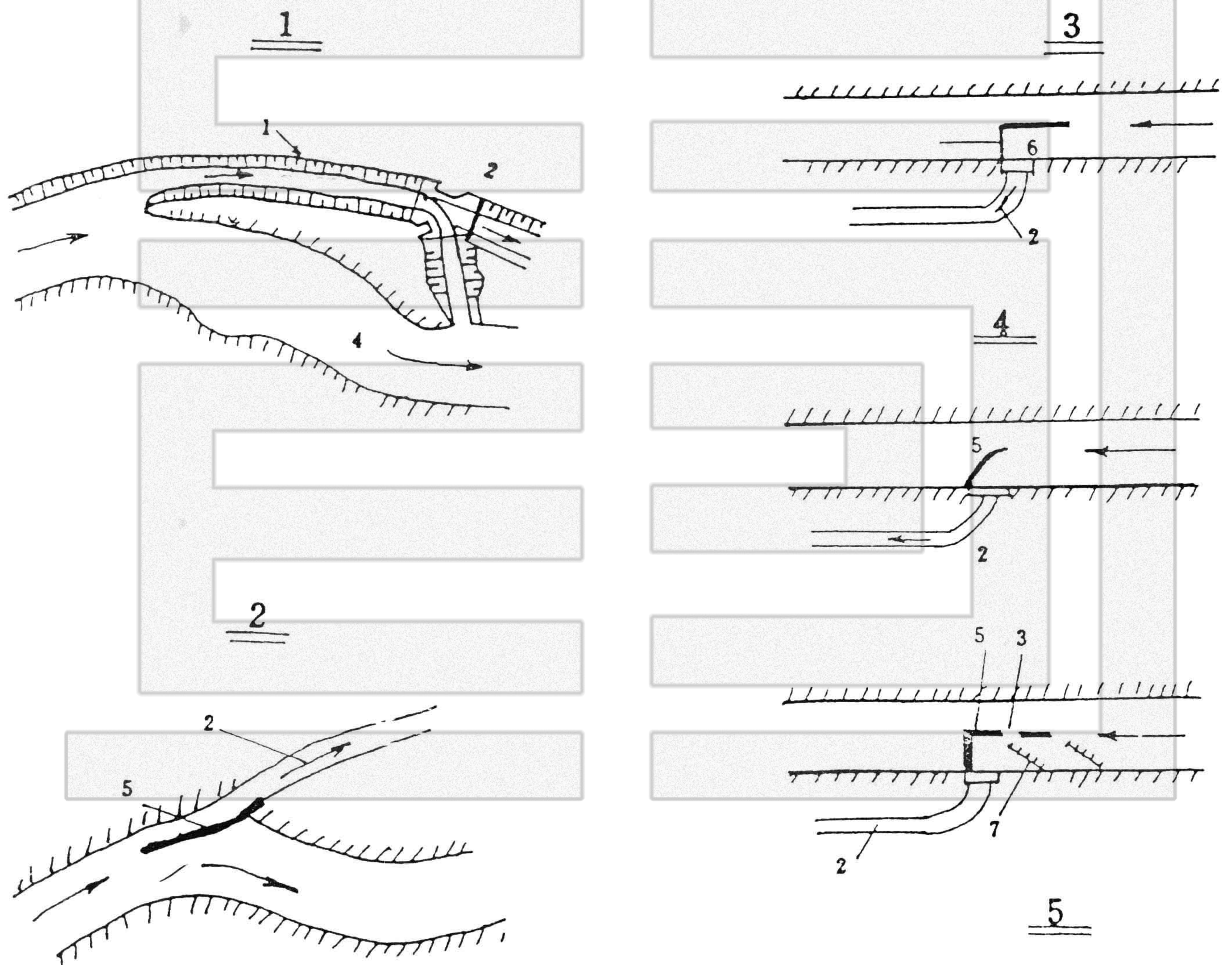


图2-4 正面进水的无坝引水渠首几种布置方案

图中:1、进水引渠 2、干渠 3、退水渠 4、河流
5、导流堤 6、进水口 7、拦沙堰

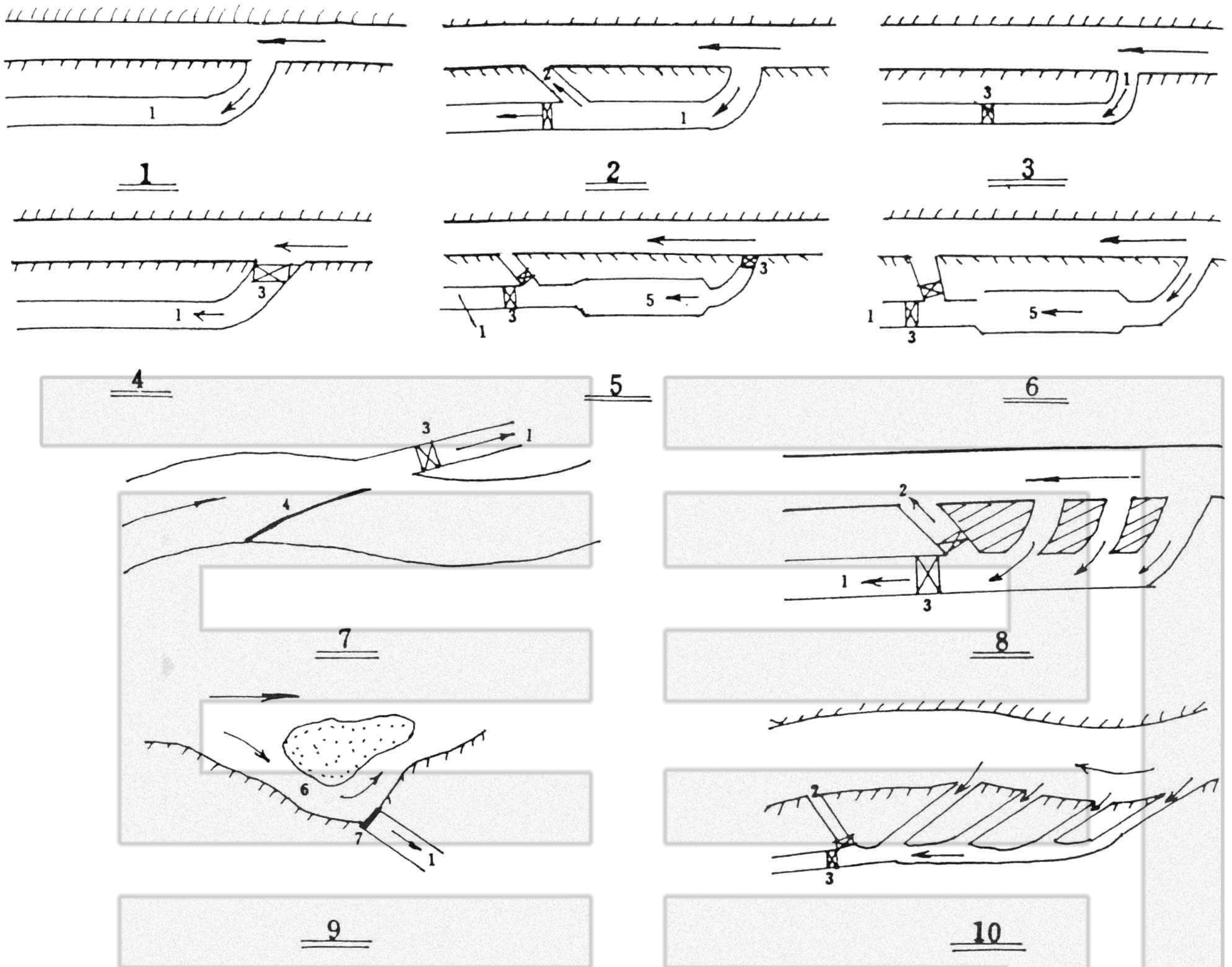


图2-5 侧面进水的无坝引水渠首几种布置示意图

图中: 1、干渠 2、退水渠 3、进水闸 4、导流堤
5、沉沙池 6、进水口引渠 7、底槛

1、有导流堤的无坝引水

导流堤在河道中顺河道方向布置,与岸边形成引水道。导流堤的布置,一般由冲沙闸向河流上游方向延伸,其长度视引水量的大小而定。进水闸布置在导流堤的下游端近乎正面引水位置与冲沙闸成小于 90° 的夹角。冲沙闸排泄多余水量,并冲刷进水闸前泥沙。在新疆修建的几座较大的渠首,如:伊犁河上的察布查尔渠渠首、特克斯河上的团结渠渠首等,其引水角都小,洪水期引水比也小,进入渠道的泥沙较少,引水效果较好。

我国古代的迎水湃实际上就是导流堤。使引水口不脱流并能引取设计流量,以固定中、枯河槽。古代汉渠和秦渠、唐徕渠(宁夏)都有很长的导流堤,名为“十里长湃”。两千多年前建成的都江堰工程,就是利用弯道横向环流原理进行无坝引水的典型实例。它位于四川岷江进入平原冲积扇的首部,由鱼咀、飞沙堰、宝瓶口、金刚堤、百丈堤组成。鱼咀和金刚堤将岷江分为内江和外江。内江位于河道凹岸一侧,是引水通道。枯水时主流正对内江,其分流量大于外江;洪水时,主流流向外江,其分流量大于内江。内江分沙量小于外江。内江水流直达宝瓶口,大部分泥沙在洪水期随多余水量经飞沙堰泄入外江。各建筑物布置紧凑,分流排沙效果良好。

2、弯道无坝引水

在多泥沙河流上无坝引水,要选择比较适合的弯道,在凹岸弯道顶点以下修建引水口,有时也利用修建导流堤

作成人工弯道。在天然河湾处凹岸发生冲刷,凸岸发生淤积。凹岸在不断遭受冲刷后,河岸变陡,水的深度也变得较深。相反,凸岸在不断发生淤积后,河岸显得更平缓,水的深度也相应较小(图2-6)。

弯道水流离心力 F 的近似表达式为:

$$F = \frac{\gamma_w}{g} \cdot \frac{V^2}{R}$$

式中: V ——平均流速(m/s)

R ——弯道半径(m)

g ——重力加速度(m/s²)

γ_w ——水容重(t/m³)

从上式知,水流受离心力作用的大小是和水流流速二次方成正比。因离心力形成的弯道中的横向环流,使整个水流呈螺旋状前进。当横向环流由上向下流动时由于流速大,使凹岸受冲刷,当底流流向凸岸时,由于含有大量泥沙,使凸岸淤积。

弯道式进水闸一般都布置成正面进水。有的无坝引水渠首直接布置在河岸弯道上,有的布置在引水渠的弯道上。进水闸最好的布置是在紧接弯道末端稍偏下游,沿切线方向进水。使进水闸的进水流向与河道水流方向一致,闸前水流就按原来的流向平顺地进入进水闸。

弯道水流随流量的变化有大水趋直,小水座弯的特点。低水时水流的弯道顶点趋向上游,高水时则趋向下游,因此必须做好凹岸的防洪护岸工程。冲积性河道弯曲段往往是险工地段,在布置引水口时,需要加以防护整治。在一般情况下,选用的弯曲段不宜太急,弯道曲率半径不要小于3倍的水面宽度。

进水闸闸底高程一般应较冲沙闸闸底高程高1—1.5m,这可防止进水闸进推移质泥沙。

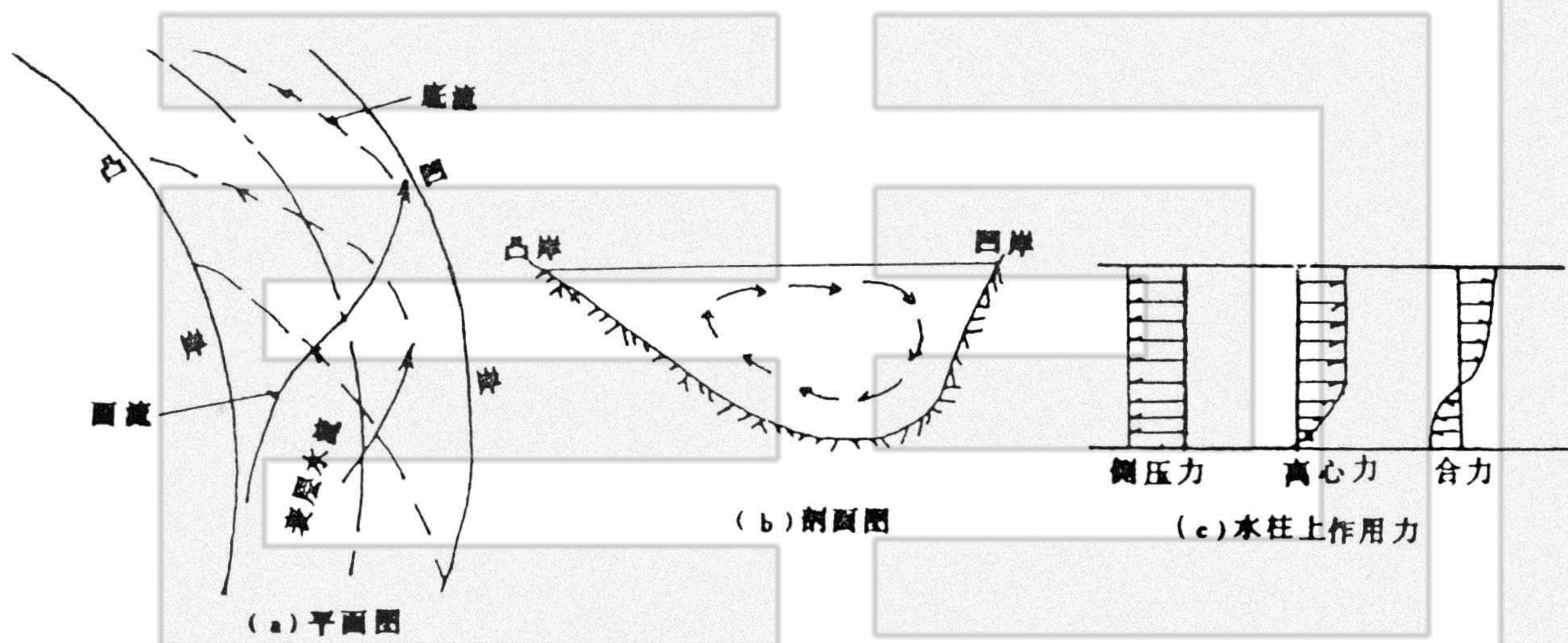


图2-6 弯道水流示意图

3、多首制引水渠首

无坝引水渠首在一般情况下,一个取水口即可满足引水需要,但在不稳定的多泥沙河流上,为了适应河流主槽的变迁或因泥沙淤堵引水口而不能保证引水,可以采用多首制渠首。其运用方法是若1个引水口被堵塞,可用其他引水口进水。通常设2—3个取水口,各口相距一定距离,洪水时能引入较大的流量,或在洪水期用一个引水口引水,枯水期可由几个取水口同时引水,以保证所需的引水量,同时也可以几个引水口轮流冲沙,以便清淤、引水互不干扰,这是多首制的最大优点。但这种布置形式,由于工程简陋,淤积比较严重,清淤量大,故采用者日少。

新疆采用多首制引水渠首的,如霍尔果斯的一、二渠首,同时共用一条干渠,五十年代修建了一个引水渠首,由于工程简陋,引水量已经不能满足需要,经历次改建位置上移后,仍然保留上、下渠首共用一条引水渠。这种引水方

式仍属多首制引水渠首。还有一些补充引洪渠首,只是在洪水期引洪水以增加灌溉用水,这种渠首与原来的渠首共同灌溉一个灌区,这也属于多首制渠首。

四、进水闸的总体布置

渠首进水闸由进口连接段、闸室和出口连接段组成。进口连接段包括进口护底和连接上游的岸墙、翼墙及护坡;闸室包括底板、闸墩、闸门、胸墙等部分;出口连接段由护坦、防冲槽、岸墙、翼墙及护坡组成,使出闸水流平顺均匀地扩散,并消杀水能。

进水闸的总体布置应做到结构简单、布置合理、运用方便、安全可靠、注意美观。

(一) 闸室布置

闸室结构一般有开敞式、胸墙式、涵洞式等。应按其运用要求、水深、流态、地形、地质等条件合理选用。无坝引水的进水闸闸孔尺寸,在闸底高程确定后,与过闸流量、闸上下游水位有关。过闸设计流量主要依据用水要求而定。闸前水位的确定有两种方法:一是对用水期河道平均水位进行频率分析,选取相当于需水设计保证率的水位作为闸前设计水位;另一种是选用历年平均枯水位作为闸前设计水位,因枯水期河道水位较低,且比较稳定。当用上述方法确定闸前设计水位时,如果渠首引水比较大,因引水而影响了闸前水位,使闸前水位 H_0 比引水口下游的河道水位 H_2 还要降落 Δz 值,则闸前设计水位为 $H_0 = H_2 - \Delta z$,其中 Δz 可按式决定(见图2-7):

$$\Delta z = \frac{3}{2} \frac{K}{1-K} \frac{V_2^2}{2g}$$

式中: K ——引水比, $K = \frac{Q_0}{Q_1}$

V_2 ——与水位 H_2 相应的河道平均流速(m/s)

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{Q_1 - Q_0}{A_2}$$

式中: Q_1 ——引水前的河道流量(m^3/s)

Q_0 ——引水流量(m^3/s)

A_2 ——相应于水位 H_2 时的下游河道过水断面面积(m^2)。

若引水比很小, Δz 值可以忽略不计。

闸顶高程应高于设计洪水水位加安全超高值。闸顶高程的确定,应考虑泥沙沉积后水位有可能抬高的影响。修建在较弱地基上的水闸,应考虑地基沉降的影响。防洪堤上的水闸高程应不低于两侧堤顶高程。开敞式水闸的闸门顶高应在可能出现的最高挡水位以上至少0.3m。闸槛高程应综合考虑水流、防止推移质入渠、地形、地质以及施工等条件,结合堰型和门型选择,经过技术经济比较后确定。

松软地基上水闸结构布置和选型应注意下列几点:

- (1) 采用整体性强和刚性大的轻型结构;
- (2) 结构布置匀称,在各种计算荷载情况下,基底压力偏心矩小;
- (3) 相邻部分工程的基底压力差要小;
- (4) 分块尺寸较小,止水对不均匀沉降的适应性好;
- (5) 适当增加底板长度和砌置深度;
- (6) 减小水流引起的震动。

闸室的底板型式有平底板、低堰底板、折线底板和反拱底板。在坚硬、紧密的地基上可采用分离式平底板;在松软地基上,也可采用箱式平底板;有拦沙要求时可采用低堰底板。在地震区域或在大型水闸工程中采用反拱底板时

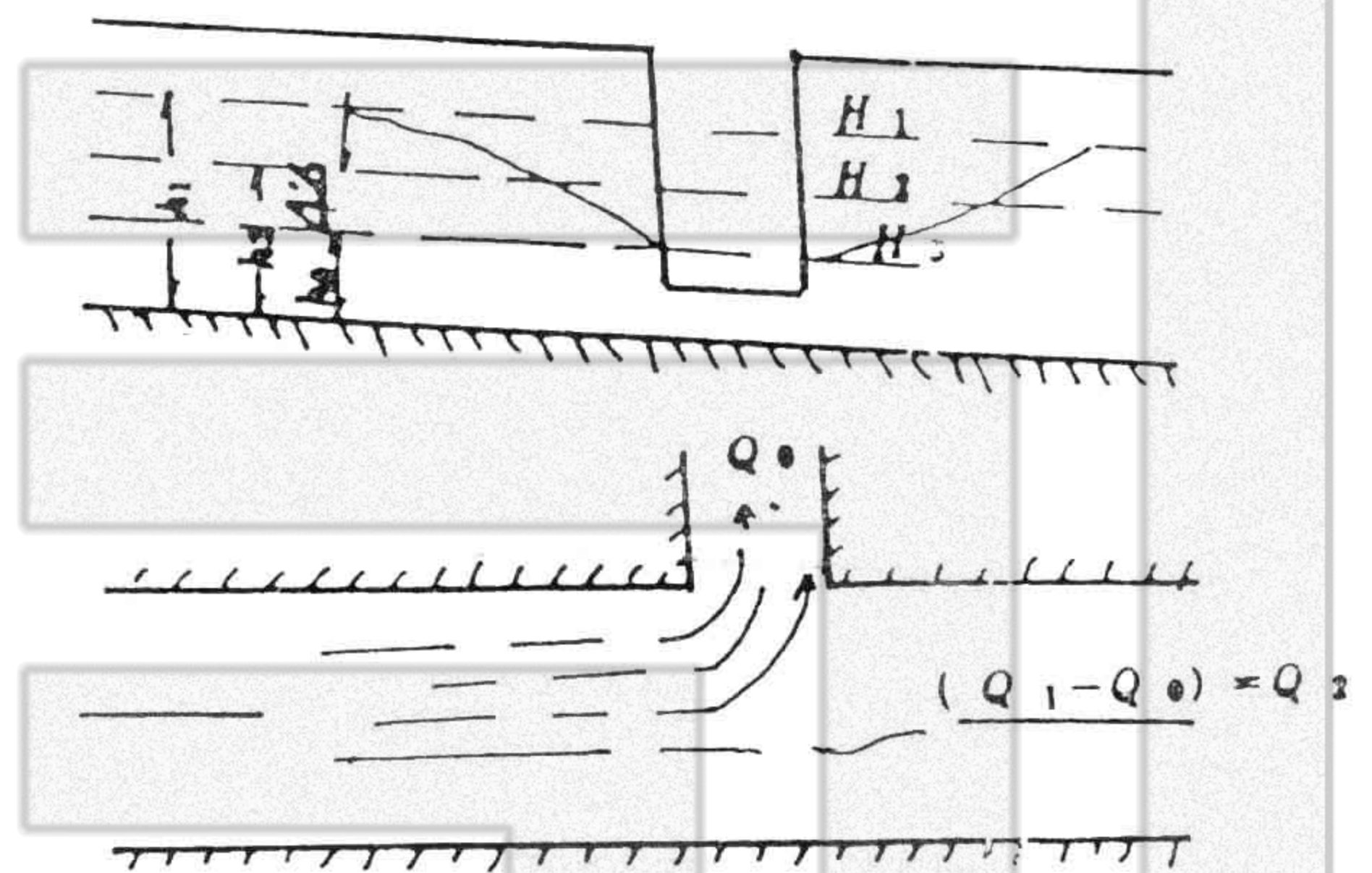


图2-7 无坝引水进水闸闸前水位计算示意图