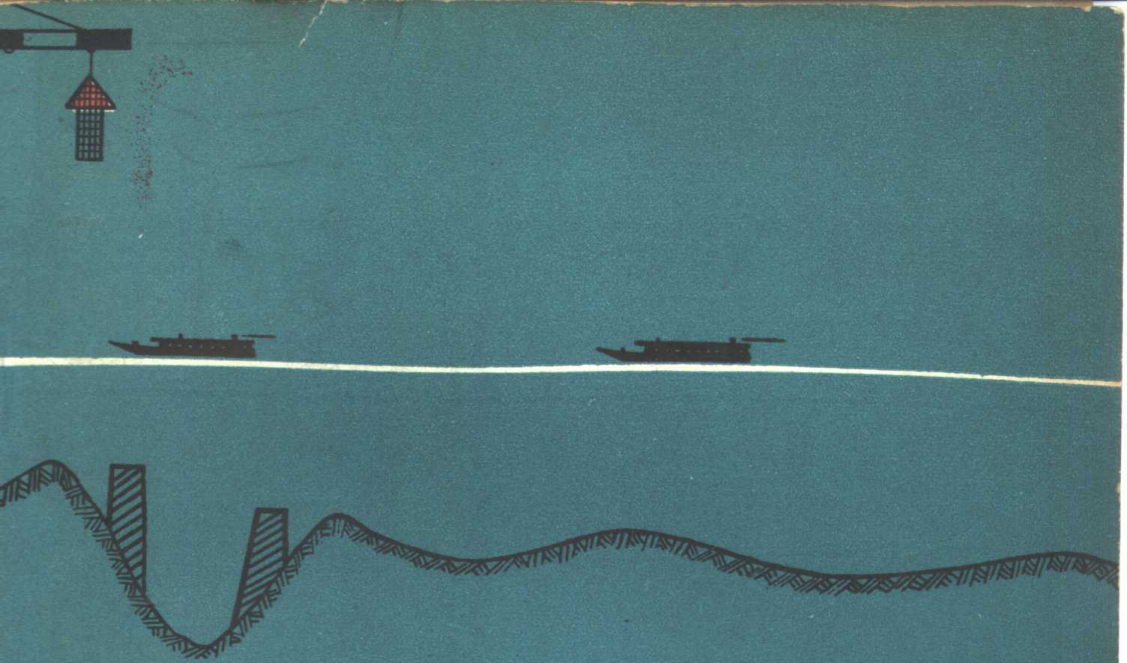




航道潜坝工程

徐心群 编

人 民 交 通 出 版 社

航道潜坝工程

徐心群 编

人 民 交 通 出 版 社

1 9 8 0 · 北 京

内 容 提 要

采用潜坝整治急流险滩，是我国山区航道整治中重要成果之一。本书是在总结福建省用潜坝工程整治急流滩的基础上编写出来的。主要内容包括航道潜坝工程设计、水力计算、潜坝建筑物施工和航道整治中潜坝工程应用实例。

本书可供航道工作人员和航道专业的师生参考。

航道潜坝工程

徐心群 编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：2.875 插页：3 字数：61千

1980年2月 第1版

1980年2月 第1版 第1次印刷

印数：0001—1,900册 定价：0.25元

前 言

解放以来，我国山区航道整治取得了丰硕成果，积累了许多宝贵经验。福建省航道工程部门在闽江整治工程中，1961年首次试验用块石抛筑一道潜坝，坝筑成后达到调整比降、减缓流速，使上行轮船能自航上滩。从1961年至今，十七年来先后应用潜坝治理急流滩和浅、险滩，均获得一定的效果。本着虚心学习，互相交流经验，我们总结了福建省山区航道应用潜坝整治滩险的经验，编写出《航道潜坝工程》。

本书编写过程中，福建省交通局党组和航运局党委都很重视，在航道养护大队党组织的具体领导下，深入现场观测，收集整理了第一性资料，初稿编印出来后又广泛征求意见，得到了省内外有关单位特别是广西自治区航道工程部门的热情帮助，我队的领导和技术人员、工人同志们也都给予很大的帮助，借此表示衷心的感谢。

由于政治和业务水平有限，同时潜坝应用于急流滩的整治又是航道整治中的一个新课题，因而书中必定存在不少缺点和错误，恳切希望航道建设战线上广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	1
第一节 开发山区航道的重要性.....	1
第二节 山区河流特性.....	2
第三节 石质滩险的形成和类型.....	8
第四节 山区航道整治标准拟定.....	14
第五节 潜坝的特点、类型和作用.....	16
第二章 航道整治潜坝工程设计	20
第一节 潜坝设计所需的技术资料.....	20
第二节 潜坝工程布置.....	22
第三节 潜坝坝体尺度与结构设计.....	25
第四节 潜坝的材料和防护措施.....	27
第三章 航道潜坝工程水力计算	34
第一节 潜坝工程水力计算基本数据确定.....	34
第二节 潜坝壅水值和回水长度计算.....	39
第三节 潜坝工程设计实例.....	51
第四章 潜坝建筑物的施工和工程效果观测	72
第一节 施工前的准备工作.....	72
第二节 潜坝建筑物施工.....	76
第三节 潜坝工程效果观测.....	79
第五章 潜坝治理急流滩和浅、险滩的实例与探讨	82
第一节 潜坝治理急流滩和浅、险滩实例.....	82
第二节 探讨与初步结论.....	85

第一章 概 述

第一节 开发山区航道的重要性

我国水运资源十分丰富，流域面积100平方公里以上的天然河流就有5000多条，总长达42万公里；大小湖泊有900多个；江河纵横，湖泊星罗棋布，多数河流水量充沛，终年不冻，是发展航运事业极其有利的自然条件。这些流域面积大，分布广，经络交错的大小河流，伸入广大偏僻的山区腹地，连接平原的江、河、湖、海，沟通城市农村。因此，开发山区航道，发展航运事业，促进国民经济繁荣是十分必要的。

福建的地势多山，将近88%的地区是属于山地与丘陵地。主要河流有闽江、九龙江、晋江、汀江、木兰溪、交溪六条，均有通航之利；内河运输在全省运输中，占一定重要的地位。由于河流流经复杂的山地峡谷，水流急，暗礁、浅滩多，流态险恶，对内河航运带来许多困难。山区性河流长度占全省河流总长90%左右，沿河两岸自然资源与矿物资源都十分丰富。开发福建山区航道，发展航运事业，对于促进工农业生产发展，巩固国防等都具有十分重要的意义。

解放前，历代反动政府，利用江河渡口，遍设关卡，搜刮民脂民膏，从不治理航道、内河航道处于自然状态。解放后，在党的领导下，广大航道战线上的职工“一不怕苦，二不怕死”奋战在激流险滩之中，开辟出一条条安全畅通航道，使我国航道的面貌起了翻天覆地的变化。福建的河流，

经过解放后多次的整治和维护，航道通航里程比解放前增长1700多公里。闽江水系贯穿本省北部、西部、中部三十一个县市，是本省最大河流。闽江自古以来便有舟楫之利，但它那弯曲狭窄的河道，大小140多处滩险，曾使多少船工、旅客视为畏途。直到解放前夕，闽江仍处于自然状态，只能季节性通航15~17吨小轮船，而南平至水口87公里山区性河段有几十处大小急流滩段轮船上行时需要招雇100多人背纤拉船上滩，枯水季节，福州至南平171公里上行的轮船要开7天才能到达，而且翻船死人事层出不穷。解放后，通过对闽江干流滩险的多次整治和维护，许多著名的滩险被征服了，尤其在1961年初在治理某急流滩时，航道工人技术人员、领导干部三结合并与航运部门驾引人员紧密配合，深入现场调查，制定设计方案，首次试验成功应用“潜坝”治理急流滩。十多年来应用潜坝为主治理了老大难的急流滩，从而闽江干流航道消灭了“绞滩”，船舶上行均能自航上滩。滩多水险的闽江，初步被改造成四季畅通60至80吨轮船的航道。如今轮船从福州至南平16个小时即可安全到达。

第二节 山区河流特性

一、地形地貌特性

山区性河流的各种地形地貌的形成，主要原因在于水流对河床及沿岸的下切、侵蚀、搬运和沉积的结果。由于长时间水流对河床的侵蚀作用，使岩性软硬不同、岩石结构松紧不一的河谷，形成宽窄不一，急弯、卡口、突咀很多，河流迂回曲折，弯曲半径很小，河中礁石星罗棋布，石梁横互，岸线不规则，河流平面形态极为复杂的地形地貌。

河床的横断面形状，多呈“V”，或“U”型。而U型河谷特点是两岸岸壁很陡峻或近于垂直，洪、中、枯水面宽度变化不大，谷坡无台地出现。V型河谷在较为开阔河段出现，洪、中、枯水面宽度相差较大，两岸岸坡也较陡，有时可以见到小块台地。山区河流河床纵断面总趋势是从河源上游往中、下游河段随着山势逐渐呈上陡下缓起伏不平的阶梯形状降低，纵坡度一般较大。滩险段局部底坡可达50%。

二、水文学特性

(一)水文特性

1.水位：我国的山区河流大都分布在雨量充沛，暴雨强度较大的南方、东南、西南各省。河水的来源，洪汛季节主要是靠降雨、枯水季节主要靠地下水（如森林、植物、山泉等）由于山区河流都是流经崇山峻岭；因而山高坡陡，汇流面积小，汇流历时短，径流模数大。同时由于河道狭窄蓄洪能力小，当暴雨时则使水位暴涨，无雨时暴落，昼夜相差8~9米，洪汛期水位过程线上表现出急剧的多峰型。洪、枯水位变化幅度很大，可达10~40米之多，闽江南平变幅17米，水口变幅为23米。

2.流量：山区河流的流量和水位的变化一样，在洪汛期主要受降雨的影响，随着水位的暴涨暴落，流量也猛增猛减；枯水期流量多靠地下水源供给，一般比较稳定。洪枯流量相差很大，闽江达142倍。

3.流速：山区河流的流速特点与河段水面的宽窄，河床横断面形状，水位的上升下降都有密切关系。一般说河面较宽河床横断面呈“V”型河段，洪水位时流速不大，随着水位降落则流速逐渐增大。而“U”型河床则相反，因其宽度变化不大。当水位上涨流量增加时则流速变大，当水位降落

则流速变小。枯水季节在滩险上流速都较大，急流滩段流速一般可达3~4米/秒，最大可达5~8米/秒，这对船舶航行尤其上行极为不利。

4.比降：山区河流由于河床从河源至下游呈阶梯形的逐渐递减，河床纵断面较陡造成水面比降较大，一般河段的水面比降0.3~1.3%，滩险处的比降3~5%，个别滩险的局部比降达9~17%，甚至更大。滩险的陡比降不利于船舶航行，尤其对于上行的船舶碍航更甚。

（二）流态特性

山区河流的河床多系基岩或基岩复盖大卵石组成，河床的冲刷性小，比较稳定。河床复杂的平面、横断面、纵断面形状控制着水流的运动，而水流的运动对河床又产生反作用，这样正反相互作用的结果常常酿成各种水位时险恶水流流态，危害船舶安全航行，现择其主要几种简单介绍其形状与碍航情况。

1.急流：河流中水势湍激的一段。最大流速多发生在急流滩的滩下段，有碍船舶上行。

2.横流：由此岸斜向彼岸的一股水流。这股水流流向往往与航道中心线成较大夹角危害船舶上下航行。

3.泡水：较快的水流受到不规则河床的阻挡而形成一种不稳定的上升水流，状如锅中沸水，称“泡水”，闽江叫“镑”，如图1-1。船舶驶过强大泡水上面时，若船小马力不大，则易被泡水推向礁丛或岸边碰触或是船身失去平衡而倾覆。

4.漩水：两股相邻水流，当其流速差达到一定时便形成中心凹陷的环状旋转水流，其中心是移动的。这种水流叫漩水。如图1-2。当船小马力不足的船舶误入强大猛烈的漩水时，因受其快速旋转的作用，使船难以控制，随漩水一起回



图1-1 泡水

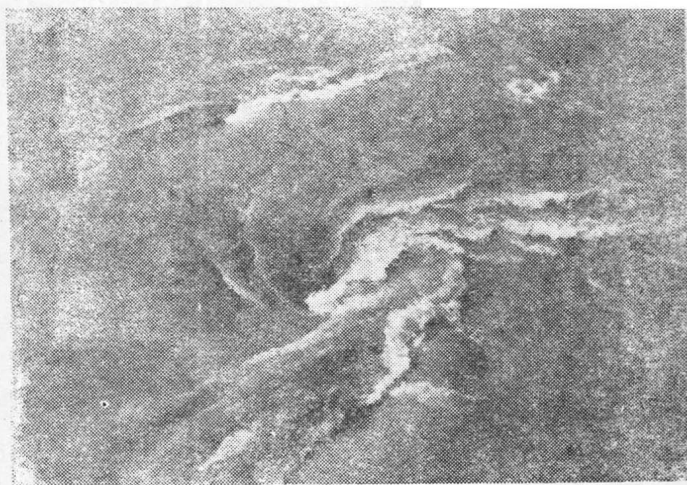


图1-2 漩水

转难以摆脱。

5. 扫弯水：在弯曲河段，主流受突咀挑导而向凹岸，产生沿凹岸的强流，称“扫弯水”。或是在急弯处单向环流将主流偏向凹岸产生“扫弯水”。如图1-3。船舶下行时要紧抱凸岸，避免被扫弯水引入凹岸发生碰触事故。

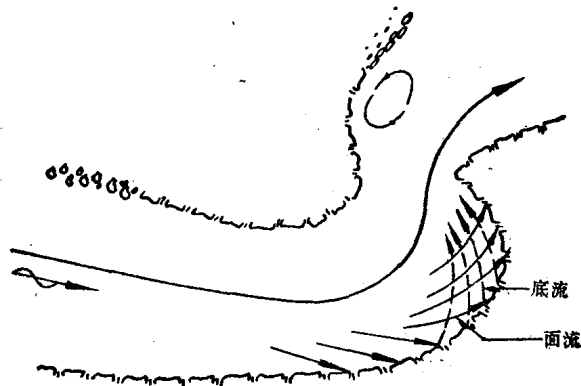


图1-3 扫弯水

6. 剪刀水：水流受两岸地形的挑、束作用，平面上呈“V”形状态，如剪刀一样，故称“剪刀水”，如图1-4。

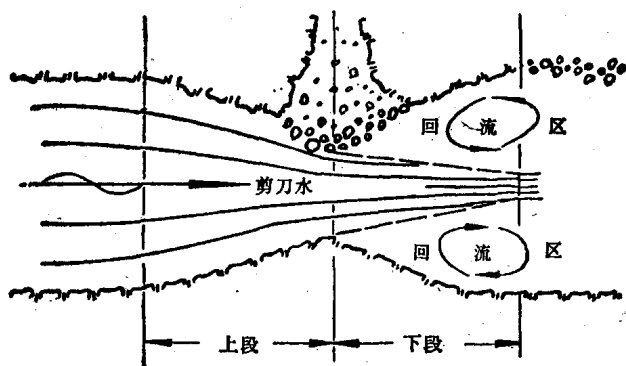


图1-4 剪刀水

剪刀水上段有很陡坡降，下段有急流，两侧有回流。主流与回流间常有泡水、漩水产生。剪刀水对船舶上、下航行均有危害。

7.跌水：河流的自由水面骤然跌落之处，称“跌水”因其下跌状似“门槛”，故又叫“跌槛水”。跌水部份的局部比降很陡，如“陡坎”，其下端则发生急流。船舶上行时受陡坡阻力和急流阻水难以上驶。

8.回流：在突出物(石咀、礁石)下方或急弯河段的凹岸，发生一股与主流方向相反，呈环状闭合流动的水流称“回流”，如图1-4。川江叫“西流水”，闽江叫“倒流水”。船舶利用流速较缓且有倒流的“回流区”上驶，这种航法闽江叫“啣倒”。但当洪水暴涨，回流附近伴生有猛烈的泡水、漩水时对船舶上、下航行均有危害。

9.滑梁水：当水流淹没河床上纵向石梁、顺坝、卵石洲顶达一定深度时，发生向一侧倾斜的水流称“滑梁水”，如图1-5。闽江叫“墨鱼骨水”。当这些障碍物顶部的航行水深不足时，船舶易被滑梁水带至障碍物顶部搁浅或碰撞，发生海损事故。

10.波浪：由于跌水或急流冲击乱礁而产生“波浪”，

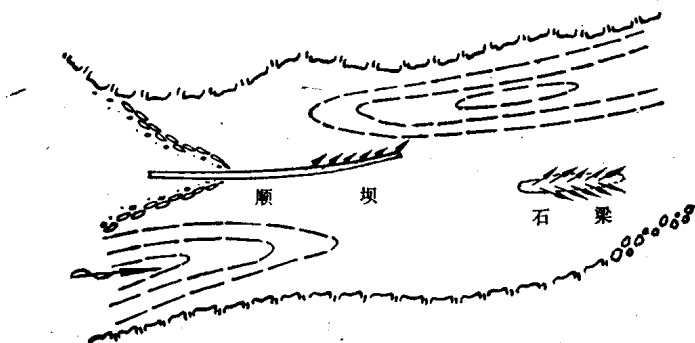


图1-5 滑梁水

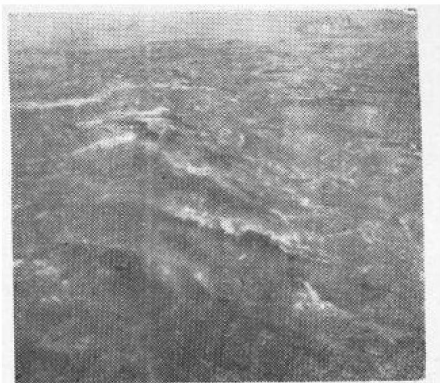


图1-6 波浪

如图 1-6。小波浪对船舶航行没有危害，但是，起伏急剧，卷腾甚高的“大浪”、“卷皮浪”会使马力不大的船舶急剧颠簸，失去稳定性发生倾覆沉没。

第三节 石质滩险的形成和类型

一、河床地形地貌对水流作用

(一)挑流作用：岸边有突出的石咀、石梁、磧坝(卵石堆)等伸入江中，占据了河床一定的宽度，将主流挑向对岸，使主流动力轴线偏移，则产生各种类型的挑流。

1.单向挑流：河道一岸有突出物，而其对岸是较为平顺的岸线，主流受突出物挑流作用斜冲对岸。在突出物的下游产生“回流”，如图1-7所示。

2.对口挑流：河道的两岸均有突出物并且遥遥相对，主流受此两岸突出物相互挑流作用，水流流态为“V形状似剪刀”，航行上习惯称“剪刀水”。如图1-4。其上段(滩口)陡比降，下段(滩下)急流，两侧回流。

3.错口挑流：河道两岸均有突出物但相互错开，主流受

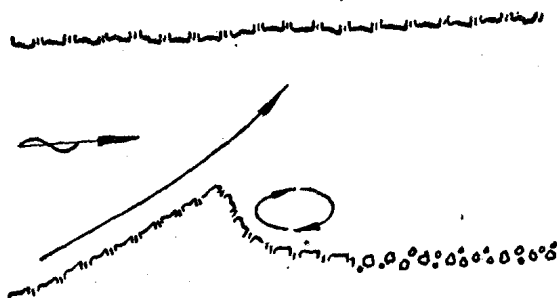


图1-7 单向挑流示意图

下突出物挑流偏移对岸，产生不对称“V”形状水流，如图1-8。其水文、流态与剪刀水相类似。

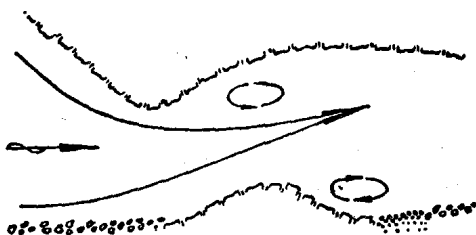


图1-8 错口挑流示意图

4. 连续挑流：河道两岸有连续突出物，相对或相错开。主流由于受各突出物连续挑流作用，发生横流、回流、泡水、漩水等恶劣流态。如图1-9所示。



图1-9 连续挑流示意图

5.弯道挑流：在曲率半径较小的河段中，由于凸岸的挑流作用，将主流偏向凹岸的下段，产生强烈的斜向水流称“扫弯水流”如图1-3。

(二)束流作用：河道两岸突出物占据河面宽度很大时，不仅有挑流作用，而且有收束水流作用。这样情况下使滩口处泄水断面骤然地减小，滩上游发生壅水，滩口发生跌水，滩下游发生急流、回流等，情况与挑流作用相近似，但比之更为激烈。

1.侧边束流：当河道的一岸或两岸有强大突出物，而且占据河宽很大部份时，不但在平面上形成单向或双向挑流作用，而且由于一侧或二侧突出物将水体挤压，在平面上又起束流作用。结果在滩上下产生陡坡急流与恶劣流态，成为碍航的急流滩险。如图1-4和图1-10。

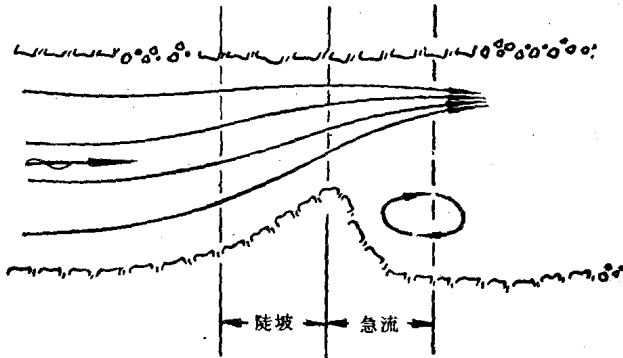


图1-10 侧边束流示意图

2.底部束流：当河底有隆起石梁或暗礁时，这些地物顶住水流，使在垂直方向起束流作用。底部束流作用也同样使其上游产生壅水、滩口发生跌水，滩下发生急流或恶劣流态，成为碍航的急流滩险。

二、滩险形成和类型

山区河流的河床比较稳定，河面宽度比较狭窄，有的河段形成急弯。由于山区河流的水位升降变幅很大，当水位上升或下降时使河岸和河床中大小不同，高低不一，凹凸不平的石咀、石梁、险石、暗礁、磧坝等地形地物发生如上所述的挑流、束流作用，随之伴生急流、横流、泡水、漩水、扫弯水、剪刀水、跌水、回流、滑梁水、波浪等等恶劣水流等态；这就形成洪水期、中水期、枯水期阻碍、危害船舶航行的滩险。

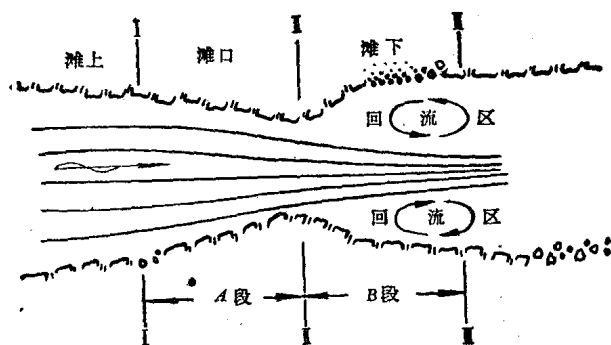
滩险的分类方法有多种，为了便于对滩势水流流态的研究和在整治工程中采用确定工程设计方案，今从碍航的原因出发，把山区河流石质滩险分为急、险、浅三种类型。本书是主要介绍潜坝工程在整治急流滩中应用，所以在滩险分类介绍中侧重于急流滩，对于险滩、浅滩分类仅简略提一下。

(一)急流滩：由于局部地段河床的泄水断面积受两岸地形地物或江中礁石的挑、束、阻的作用，当某一水位(习惯叫“成滩水位”)时，不能适应流量的增加，造成滩口处产生陡比降，滩下产生急流而碍航；这局部河床称“急流滩”。如图1-11。

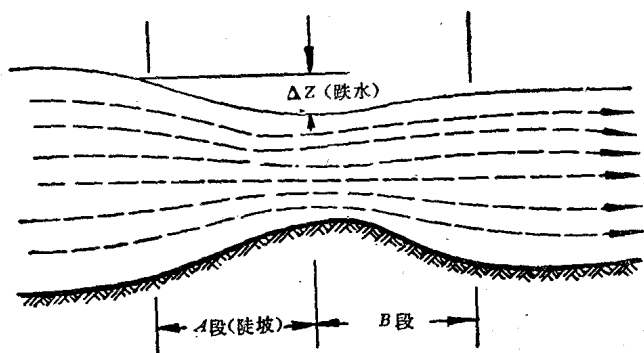
1.卡口急流滩：由石咀、崩岩、磧坝这些障碍物占据河宽突然缩小河床泄水断面形成卡口而成滩。按卡口平面形状又分为：

1)独咀型急流滩：即只有一岸有突咀(岩角或磧坝)伸入江中占据一定的河宽，能起挑、束流作用，另一岸岸线比较平顺，如图1-10。

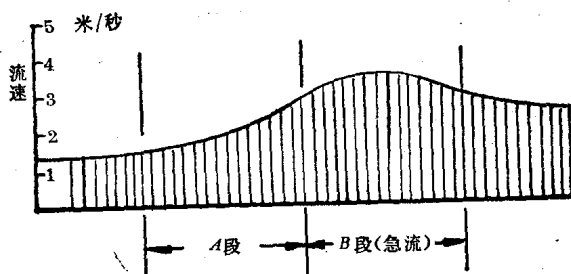
2)对口型急流滩：即河道两岸有相对突咀伸入江中，占据一定的河宽，能起挑、束作用，仅是突咀大小强弱不同，



a) 平面示意图



b) 纵断面图



c) 主流沿程表面流速图

图1-11 急流滩水象图