

内河航道 整治建筑物的设计及管理

〔苏〕B. B. 切格恰辽夫著

续 庆 琪 译

人 民 交 通 出 版 社

内河航道整治建筑物 的设计及管理

Neihe Hangdao Zhengzhi Jianzhuwu
de Sheji Ji Guanli

〔苏〕 B.B.切格恰辽夫 著

续庆琪 译

人民交通出版社

内 容 提 要

本书内容包括整治建筑物的总体布置；整治建筑物的水力学计算和强度计算；河岸及建筑物的护面设计；整治建筑物的管理等。

该书为苏联水运工程学院水道及港口水利工程建设系的教材。可供水利、交通等部门的技术人员与有关院校师生阅读与参考。

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ВЫПРАВИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ
НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ
ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ ДЕГТЯРЕВ

Д $\frac{31807 \cdot 131}{049(01) \cdot 81}$ 131.81.3605020000

© Издательство «транспорт», 1981

内河航道整治建筑物的设计及管理

〔苏〕 В.В.切格恰辽夫 著

续 庆 琪 译

责任编辑 阎育丹

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

一二〇二工厂印刷

开本：850×1168 1/32 印张：8.5 字数：216千

1988年4月 第1版

1988年4月 第1版 第1次印刷

印数：0001—1,680册 定价：3.25元

译者的话

近些年来，苏联远东地区进行了大规模的经济建设。在这一建设工作中，内河水运（特别是中、小河流）起着积极的作用。为了适应这一运输形势的需要，该地区的许多河流进行了不同程度的航道整治工程。

苏联 B.B.切格恰辽夫所著《内河航道整治建筑物的设计及管理》一书，是在吸取这些航道整治工程的建设经验、总结和归纳新西伯利亚水运工程学院多年科研和试验成果的基础上写成的。

目前我国在一些河流上正进行着航道整治工程。希望《内河航道整治建筑物的设计及管理》译本的出版，能对这些工程的设计、施工及管理起到一定的参考作用。

在本书的翻译过程中，得到了祖文泰的热情帮助及王仁俊的大力协助，在此表示衷心的感谢！

由于译者水平所限，难免有不当之处及错误，望读者给予指正。

前 言

本书可作为A.И.切克林涅夫与K.B.戈里沙宁合著的《水道及港口水利工程建设》系专用教材《水道》的补充教材。该书较详细地提供了有关整治建筑物的设计资料，这些资料对于研究有关专业、进行课堂设计和毕业设计是有益的。书中叙述了在分汊河段中及河流交汇处改善航行条件的新方案，引用了透空式建筑物及沥青护面的土料建筑物的创新计算方法，解释了整治建筑物冰荷载的计算新法。

在本书的编写中，利用了新西伯利亚水运工程学院水道及水力学教研室全体人员最近几年的研究和试验成果。其中，包括O.И.果尔捷也夫和Ю.Г.日丹诺夫两位副教授，С.Н.萨里尼可夫和B.M.鲍特温可夫两位工程师的研究成果。

作 者

目 录

第一章	整治建筑物的用途及结构	(1)
§ 1	整治建筑物的整治概念及分类	(1)
§ 2	改善航行条件的整治建筑物	(6)
§ 3	护岸工程	(24)
第二章	整治建筑物的设计组成	(40)
§ 4	设计的原始资料及设计文件的组成	(40)
§ 5	整治工程造价的确定	(43)
§ 6	河流整治设计需征得监督单位同意	(48)
第三章	河流整治段的水文及水力学特性之确定	(50)
§ 7	设计流量及水位的确定	(50)
§ 8	河流的自由面曲线及水流平面图的绘制	(62)
§ 9	河道分流段中河汊流量分配的计算	(85)
第四章	整治建筑物的荷载	(94)
§ 10	水流对整治建筑物的冲刷	(94)
§ 11	波荷载	(101)
§ 12	冰荷载	(115)
第五章	改善航行条件的整治建筑物的总体布置	(141)
§ 13	直线河段及稍弯曲河段的整治	(141)
§ 14	弯曲河床的河流整治	(147)
§ 15	河汊段的整治	(150)
§ 16	多河流交汇处的整治	(154)
第六章	整治建筑物的水力学计算和强度计算	(160)
§ 17	整治线的设计	(160)

§ 18	丁坝计算	(163)
§ 19	锁坝计算	(177)
§ 20	纵向建筑物的计算	(190)
§ 21	透水桩结构的近似计算	(203)
§ 22	护岸建筑物的计算	(205)
§ 23	土料构成的整治建筑物在冲积过程中对水质 及河流生态影响范围的确定	(207)
第七章	河岸及建筑物的护面设计	(214)
§ 24	概况及护面界限的确定、河岸及建筑物斜坡 的静力稳定	(214)
§ 25	块石、异形块体及小型块体材料的护坡	(223)
§ 26	混凝土板护坡	(228)
§ 27	沥青护坡	(236)
第八章	整治建筑物的管理	(255)
§ 28	整治建筑物的验收	(255)
§ 29	建筑物的检查及其维修	(258)
文 献		(260)
附 表		(262)

第 一 章

整治建筑物的用途及结构

§ 1 整治建筑物的整治概念及分类

河道整治系指修建整治建筑物和护岸的综合性工程，通过这些工程，使天然河流利用其水能和水流本身形成的作用来改造河床，以保证航道的必要尺寸和通航条件。

水流对河床的冲刷，在航道范围以外的输沙和蓄沙等作用，被称为水流形成的活动。

河道整治分为维护性和根本性的。维护性的整治是指维持已有的航行条件，而根本性的则为：从增加通过能力和提高船舶航行安全程度出发，将航道进行彻底的长远的改善。

在通航河流上数百年来的整治和科研经验的基础上，创造了在浅滩上和其它通航困难河段上布置建筑物的多种方案。这些方案归结起来为两种体系：全线整治和重点整治。

全线整治的任务是使河床的平面稳定下来，并使包括浅滩和深水谷地在内的全线水深拉平。这种整治只有在水位变幅小的河流中，才能收到好的效果。由于河道全线整治方案的造价和难度均很高，因此在苏联并不采用。

在苏联以及其它一些国家里，在采用重点整治方案时，仅仅整治困难的浅滩，而在深槽和河口处不修建建筑物。苏联的别拉亚河、维契格达河、第聂泊河、泽雅河、康捷河、勒拿河、普里皮亚特河、北德维纳河、索萨河、托波尔河、图拉河、楚雷姆河等河流的整治经验表明，重点整治方案是相当经济和有成效的。在

短期内航道水深就能提高两倍或两倍以上。

在被很长的深水团地分割开的浅滩段上进行重点整治的效果最佳。在稳定河流上进行重点整治，也能较快地取得积极成果。在不太稳定的游荡性河流上，由于被整治段内的冲沙可能是造成其下游滩淤浅的因素，所以达到加固河床和增加航道水深的目的是很困难的。

河道整治建筑物起到以下作用：

束水——束窄水流断面和增加平均流速；

导水——为了加深航道范围内的河床而改变水流方向；

导沙——将进入河道导流段上游或导流段附近的泥沙移至航道范围以外；

淤塞——在水流方向不作实质性改变的情况下减小流速，以便在航道范围以外，加强泥沙沉积；

稳定——防止河床由于淤浅、束流、航道弯曲或岸坡坍塌等引起的变形。

目前苏联科学家和航道工作者拟制的浅滩整治方案中，整治建筑物同时完成上述列举的几个作用，有时甚至全部作用。

整治建筑物根据一系列特征进行分类。

根据河流控制的性质，整治建筑物可分为春汛（洪水）控制的和常水位控制的。根据最高水位与建筑物顶高程之比，可分为淹没的和非淹没的。

春汛控制的建筑物，其作用为防止汛期泥沙沉积在浅滩上。解决防止泥沙蓄积或者明显地减少泥沙蓄积的任务，要比保证把已沉积的泥沙冲刷掉容易。这是因为水流的不淤速度实际上小于冲刷速度的原故。在春汛控制条件下，建筑物的有效工作期将增加（实际上的工作期几乎接近全部通航期）。但常水位控制建筑物，当淹没程度严重时，对春汛水流几乎不起任何作用。常水位控制建筑物的作用是，当水位下落时，能将洪水期沉积在浅滩上的泥沙冲刷掉。因为春汛控制建筑物的规模标准较高，所以其工程造价也高。

整治建筑物根据使用期限分为短期性的和长期性的。短期性建筑物的作用为在一个通航期内或者仅在其常水位期内改善航行条件，长期性的则考虑使用多年。应优先采用长期性整治建筑物。短期性建筑物通常作为辅助性建筑物使用，也可在小河开发的初期及在通航期有限的一些河流上当修建永久性建筑物而造成经济上不合理时使用。

根据采用的基本建筑材料，整治建筑物可分为抛石的、梢料或梢排的、打桩的、土料的、金属的等等。

整治建筑物分为实体的和透水的。实体的不准许水流穿经建筑物结构（渗透不计在内），透水的则准许水流穿过。

根据与河岸的相对位置关系，建筑物分为河床式及河岸式（护岸堤坝）。

整治建筑物，根据其用途和在河床中的位置，分为下列主要型式：锁坝、丁坝、纵向建筑物、保护河床坝、岸坝、导沙建筑物及淤塞建筑物。

锁坝——自一岸至另一岸，将不通航的河汉全部截断。它的作用为在通航河汉中增加流量，以便冲刷浅滩和在截断的河汉中为了使其彻底被堵死，而减少或中止通过流量。

丁坝——建筑物的一端与河岸相连接，而另一端伸入河床中的整治线界边。与整治线界相邻的那部分建筑物，称为坝首，而反向与河岸或沙洲相连接的部分，称为坝根。丁坝轴线与水流方向形成的夹角，通常在 45° 至 135° 范围内。丁坝的作用是保证河床流量和水面坡度的均匀分布，用其达到在航道范围内冲刷底部和在其范围之外沉淀泥沙，以及预防碍航的乱流。纵向建筑物——通常与水流方向形成的夹角为从 0° 至 45° 或从 135° 至 180° 。纵向建筑物在平面布置上可为直线形或曲线形。这些建筑物利用坝根与河岸、边滩、沙洲或心滩相连接。

纵向整治建筑物按用途可分为以下几种：

1. 将水流依航线方向导流，或者排除漫流的导流坝，所采取的方法为：

截断能将河水集中流入滩地的不通航的河汉或狭谷；

自河滩将水溢流（排出）到最有利河段；

延长上游深水槽的主岸（护坝）；

抬高边滩和截断坑洼或下游深水槽的河弯部分；

束窄局部展宽的河床；

抬高岸滩以阻止水流扩散到滩上。

2. 在多汉河流中调整水流分散和汇合的建筑物，共分为：

保证水流平稳汇合和排除沙洲端部的乱流；

连接沙洲和心滩成为整体的坝。

3. 在流量不足的河道中进行渠化河床的束水建筑物，分为河床堤坝和河岸堤坝两种。

4. 将水流分层和搅成环流的导沙建筑物。该建筑物可分为：

在河汉上游与岸边相连和将泥沙导入不通航河汉中，而使清水进入航道；

位于沙洲上游的上挑丁坝，其作用为在分流段内改变泥沙运动方向和促使泥沙在不通航河汉中沉淀；

保护航道避免来自冲沟和小溪的泥沙进入。

在大河中广泛采用纵向建筑物，在此类工程中，建筑物的长度与河床宽度无关，但是小于同等造价方案的丁坝长度。

单独采用纵向建筑物，还是将其与横向建筑物综合修建更为合理，需要根据水力学计算和技术-经济计算的结果加以确定。

以导沙为主要目的而修建的整治建筑物，除了采用丁坝和纵向建筑物以外，还可采用固定式或浮式挡板结构，这种结构可做成与岸相连接的型式和与岸或沙洲不连接而单独存在于河床中的型式。淤塞建筑物由置于河床中的透水结构构成，建筑物可以单独存在，或者形成成组的丁坝、锁坝及纵向建筑物。

护岸建筑物及护岸设施的作用是保护河岸免遭水流、浮冰或波浪的破坏。这些建筑物和设施共分成两组。

属于第一组的为护岸建筑物，它能主动影响水流的水力状况

和在沿岸水流范围内形成小的流速（护岸丁坝、水底坝）。

第二组属于被动防护的护岸措施，这些措施不影响水流的水力状况，而是提高河岸本身的稳定性。其措施为：可利用各种材料进行面层处理，冲刷护岸浅滩及放缓岸坡等，使河岸稳定。此外，在整治中，为了保护土料建筑物和使河岸免遭破坏，还采用栽植灌木和草皮的方法。

整治建筑物建成以后，河床将形成与整治前不同的新的轮廓，不同的流向和范围。这个位于整治建筑物和河岸范围内的新的常水位河床称为整治线。其宽度为设计水位时整治后的河床宽度。

在河段整治设计中，利用计算确定整治线宽度。整治线的各种不同宽度应与所确定的整治建筑物尺寸及其数量相适应。

河道整治工程具有使航道的保证尺寸接近水力极限的特性。属于这方面的有：在常水位时，其水量明显小于统一水网中其它河流的中等河；其流量小于下游，而货流却直达全线的大河上游；航行于深水航道中的船舶也能驶入的小河。

上述河道的整治分两阶段进行。

在改善航行条件的第一阶段中，利用整治建筑物束窄整治河段的河床。建筑物的顶部高程等于平均水位（保证率为50%）。为此目的修建导流坝，以便集中水流和使水流方向沿着航线方向。同时截断次要的河汊及从河床往滩地溢流的地方，之后，再加高下游边滩。加高边滩的方法主要为截断其中的坑洼。

当在渠化河床上修建纵向建筑物时，永远与锁坝工程（截断不通航河汊）、丁坝工程（拉平主岸的局部弯曲段，用以抬高和加固边滩）、堤坝和护岸等工程综合进行。

整治的第二阶段-常水位河床的补充束窄，即抬高下游边滩和河岸。在这个时期里，主要是修建能将水流导向航道的纵向束水建筑物。很少修建预防水漫流到河床边坑的建筑物。这是因为在已经渠化了的河床中，边坑几乎是不可能存在的。当实现第二阶段工程时，其整治水位应相应于这样一个流量，即在这个流量时，开始感到为维持航道的必要尺寸所需水量的不足。建筑物顶

高程应不低于这个水位。

§ 2 改善航行条件的整治建筑物

土料建筑物 这种整治建筑物在苏联内河上获得最广泛的利用，而且也很有发展前途。最近几十年来，土料建筑物约占全部已建工程的80%以上。

根据不同的施工方法，土料建筑物可分为：

利用泥泵冲填；

利用多斗挖泥船、浮吊或浮式挖泥机填筑；

利用岸上机械填筑；

利用综合方法建造——用泥泵冲填水下部分和用岸上机械填筑水上部分。

选择修建工程使用的机械和方法时，应根据土料性质、施工期水位以及所拥有的机械设备等条件确定。

土料整治建筑物的优点是：

在具有高度机械化和连续施工的条件下，能够快速施工，以及在有限的场地内，也能高度集中施工；

具有弹性，即当河床发生变形时，在不破坏建筑物的前提下，具有改变其断面的可能性；

建筑物的使用年限与河床的长期不断演变（由于边滩和弯曲段的运动）之间连系在一起的可能性；

当使用泥泵吹填土料时，在不进行夯实和捣固的情况下，坝身也能获得高度的密实性；

在个别情况下，能使泥泵冲填和浅滩挖泥结合起来；

有利用工业系列化生产的浮式和岸上掘土机械进行施工的可能性；

工程造价不太高（特别是吹填施工）。

然而土料建筑物也存在着一些根本性缺点，包括有：

几乎全部结构均需进行坚固的护面，否则就不能防止水冲并

很快会被毁掉；

在流速大的河流中，会有相当数量的土从建筑物中被带出。这不仅会降低工程的经济指标，同时还给该地区的水质和水生物生态带来不良影响；

在施工中难以严格地按照设计所规定的建筑物断面完成；

因为用泥泵吹填建筑物的水上部分很复杂，所以经常是使吹填高度等于水位高，之后，再利用岸上机械加高堤顶。

上述缺点中，以第一条为最重要。土料建筑物防冲刷的护面工程造价（包括劳动量）构成全部工程费用（总劳动量）的主要部分。所以土料建筑物（特别是利用泥泵吹填与河道疏浚相结合时）在多数情况下不进行面层加固较为合理，而过一段时间后，就重新吹填，即补充被水冲走的那部分土料。在可能条件下，只将建筑物的局部面层进行加固，或者利用价廉的轻型护面。解决建筑物的护面问题时，应考虑到建筑物的平面布置、高度、以及水流方向和浮冰条件。但是，为了防止建筑物遭受冲刷，其耐久而有效的方法，只能是某种护面措施。

土料丁坝的构造见图1。

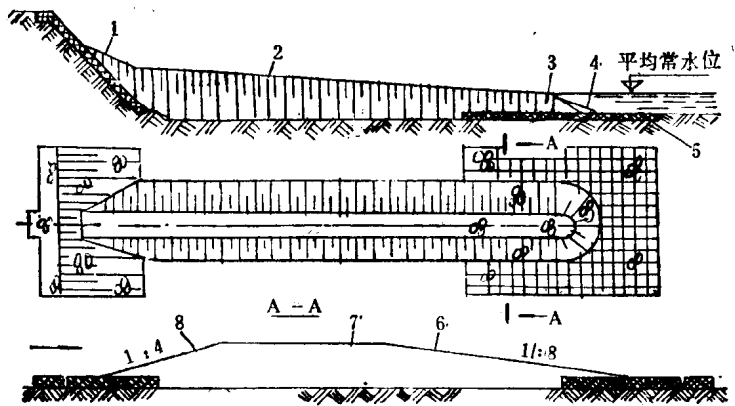


图1 土料丁坝

1-坝根；2-坝身；3-坝首；4-迎河坡；5-垫底梢排；
6-溢流坡；7-坝顶；8-水压波

丁坝纵断面的设计与其在浅滩上的平面布置有关。

丁坝顶宽由抗冰荷载的稳定计算确定，同时也要考虑到施工工艺方法。丁坝的边坡和其它土料建筑物一样，如果不进行加固，则应尽可能地把它的坡度放缓，以提高抗水流冲刷的强度。如果能断定丁坝边坡有很快遭到冲刷的危险时，则应设计某一种类型的护坡，同时应相反地（在已选定的护坡类型情况下）使边坡坡度尽量陡些，以便减少护坡面积和降低工程造价。

丁坝坝体与岸边相连时，不需要将坝根嵌入。

土料锁坝的结构见图2。锁坝顶中央部分应成为水平的，其长度为建筑物全长的 $0.5 \sim 0.7$ 倍；坝顶标高由计算确定。自锁坝坝顶的水平部分至坝根，以 $1:100 \sim 1:300$ 的坡度增高，而在直接与岸边相连接的区段，在建筑物长度的 $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{10}$ 范围内，以 $1:10 \sim 1:25$ 的坡度增高。坝顶宽度根据抗冰荷载的稳定条件和不同机械类型的工艺要求确定。可以选用任何一种护面方法，对坝顶及边坡进行加固。土料锁坝与岸边的连接，在坝边线高程或汛期中水位高程处进行，不需要嵌入坝根。

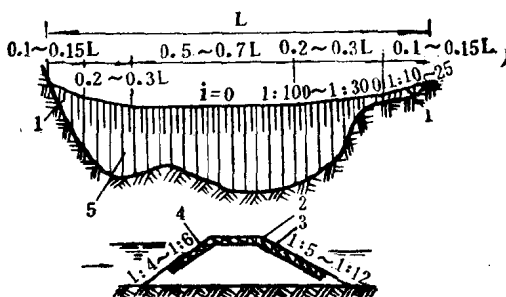


图2 土料锁坝

1-坝根；2-坝顶；3-溢流坡；4-水压坡；5-坝身

以吹泥方法筑成的纵向导流建筑物与坝顶纵坡很倾斜的丁坝之间的区别在于，其工作条件不同和长度极大（有时长达1km以上）。

上述所有土料建筑物的坝顶及水上坡段，必要时，用砾石、卵石、碎石、冶金炉渣进行加固。较少的情况下，用抛石、混凝土和沥青混凝土护面以及梢料（沉排或超载席垫）进行加固。

土料建筑物的坝顶和水上坡段的加固型式要根据建筑物的工作条件及施工可能确定。这些加固应具有足够的强度，以防止被水流冲刷和浮冰破坏。最理想的措施是利用当地材料加固，采用机械化方法施工。

利用砾石、卵石、碎石和炉渣加固建筑物坝顶及坝坡时，应在建筑物填筑后马上铺设。这是因为建筑物中土料的沉降对这些加固用料没有危险，此外，它们也不需要将建筑物面层进行仔细的整平。建筑物加固的范围为，应当使其下限低于设计水位。在此界限上最好做个支撑棱体；这种加固的边坡一般为1:4至1:6。

小型块体材料的优点为：它具有较为广泛的应用和利用机械化开采和铺设的可能性。这种护面目前是属于最经济的。因此，在近期内，以砾石、卵石、碎石加固土料整治建筑物的护面，将获得广泛的使用。

在所有的河流上，在全年上和任何流冰的条件下，均可利用抛石方法加固土料建筑物。无论是建筑物的水下坡段和水上坡段，以及当筑坝之后土料开始沉降之前，均适宜利用抛石方法加固土料建筑物。水下抛石（不考虑石料的粒径分等）的坡度，根据不同的水深及流速，为1:1.5至1:3。进行水上部分大块抛石时，这个坡度可以小些，达到1:1。

如果坡底高于进入河道的地下水水位时，则将水下坡的堆石棱柱体做成切入土中的海漫状（图3，a）。当坡底高于最低水位时，则切入土中的堆石棱柱体尽可能用其它“干施工”的结构代替。

如果常水位高出坡底高程很多，则建筑物坡底处最好采用不切入河底的堆石棱柱体结构（图3，b）。将倒滤层仅铺设在坝坡的保护层下面，而在堆石棱柱体下，就不必铺设。

在冲刷性河床中，建筑物坡底处的上述两种堆石棱柱体会产

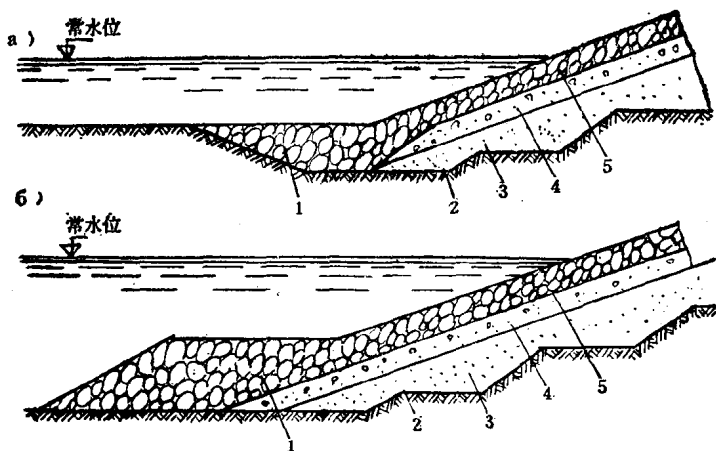


图3 抛石加固坝坡的堆石棱柱体

1-堆石棱柱体；2-翻浆土壤；3-坝体冲积沙土；4-倒滤层；5-抛石

生部分变形，堆石将散落下来，因而阻止河床的进一步冲刷。因此，在确定堆石棱体的尺寸时，应考虑当河底产生冲刷和堆石棱柱体遭到局部破坏以后，它仍能继续起到支撑护坡的作用。

实践表明，当坝坡处流速小于 2.5m/s 和坡底被冲刷的深度小于 3m 时，堆石棱柱体可以全部改换为垫底梢排。

混凝土护面和沥青护面将在后面叙述（§3）。混凝土护面造价相当高，仅适宜在特别重要的建筑物上采用。沥青护面很便宜，可获得广泛利用。

关于使用化学涂料和人工合成材料席垫加固土料建筑物面层的方法，已经做过许多试验。然而目前广泛使用这些材料的条件尚未成熟。

假若缺乏砾石、碎石或炉渣等地方材料，以及无法采用混凝土或沥青对土料建筑物面层进行加固时，可以利用梢料沉排或席垫。

利用梢料加固具有许多优点。大多数河流上均生长梢料。梢料富有弹性，而且当建筑物变形时，它并不变腐，能在水下长期