

贵州人民出版社



梁跃宗

小型水电站施工实用技术

责任编辑 杨 帆

封面设计 黄小祥

小型水电站施工实用技术

梁跃宗 著

贵州人民出版社出版发行

(贵阳市延安中路9号)

贵州省新华书店经销 贵州新华印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 9印张 200千字

印数1—2,000

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

ISBN 7-221-00349-1/TV·02 定价:2.00元

目 录

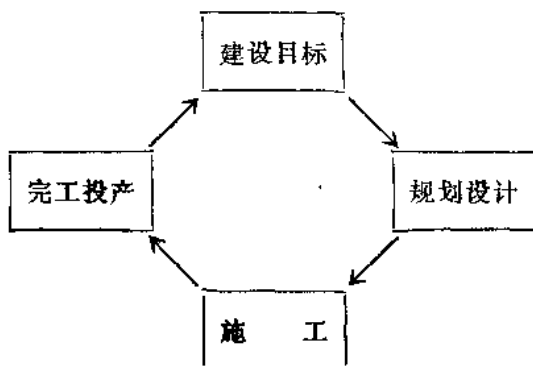
一、绪言	(1)
二、施工准备	(2)
(一) 组织准备	(2)
(二) 技术准备	(2)
(三) 现场准备	(3)
三、导流工程	(8)
(一) 一次导流	(8)
(二) 分期导流	(19)
(三) 围堰形式	(20)
(四) 围堰渡汛	(22)
(五) 截流工程	(22)
(六) 基坑排水	(24)
四、爆破工程	(27)
(一) 爆破基本理论	(27)
(二) 药量计算	(29)
(三) 爆破材料	(33)
(四) 起爆方法	(34)
(五) 爆破方法	(35)
(六) 爆破安全技术	(43)
五、基础工程	(45)
(一) 概述	(45)
(二) 地基处理	(45)
六、土石坝工程	(58)
(一) 施工放样	(58)
(二) 料场作业	(58)
(三) 土料的开挖及运输作业	(59)
(四) 坝面填压作业	(60)
(五) 土坝护坡	(64)
七、砌石坝工程	(66)
(一) 砌石要求	(66)

(二) 砌石坝的施工放样.....	(69)
(三) 砌石技术.....	(71)
(四) 砌石坝的防渗施工.....	(73)
(五) 砌石坝的养护.....	(75)
八、混凝土坝的施工.....	(76)
(一) 模板工.....	(76)
(二) 钢筋工.....	(78)
(三) 骨料生产系统.....	(80)
(四) 混凝土各种材料的选择和技术要求.....	(84)
(五) 混凝土的基本技术和性质.....	(85)
(六) 混凝土配合比.....	(88)
(七) 混凝土现场施工.....	(91)
九、机电安装工程.....	(97)
(一) 安装前的准备.....	(97)
(二) 水轮发电机组安装	(108)
十、施工组织及进度计划设计	(114)
(一) 施工组成设计	(114)
(二) 工程施工组织	(114)
(三) 施工进度计划	(115)
(四) 施工总体布置	(116)
十一、工程概(预)算	(119)
(一) 工程概(预)算的编制原则	(119)
(二) 定额范围	(119)
(三) 劳动定额的划分与费用计算	(119)
(四) 总概(预)算的编制	(121)
附录 I 水电工程的概(预)算项目划分编制表	(123)
附录 II 机电设备安装工程费率参考指标表	(135)

一、绪 言

小水电是一项重要能源，对解决农村、小城镇和地方工农业用电作用很大，直接关系到农业和能源这两个战略重点。因此，中央指出，今后20年战略目标，要特别注意利用当地水力资源，兴建小水电站。我国南方好几个省水力资源丰富，发展小水电的条件很好，更应充分发挥这一优势，大力加快小水电建设。

小水电建设一般都属于基本建设项目，应遵守一定的基建程序，这种程序的模式可用下图表示。由图中可以看出，施工是基建程序中的一个重要环节，95%以上的投资（资金和人



基建程序模式图

力)要在施工过程中消耗掉。因此，施工不仅影响工程建设目标的实现，还影响投资的效果。任何好的设计图纸，不通过施工实践，便毫无实际意义。

由于小水电站修建在河川上，要受到河川水流的制约，给施工带来许多困难；再加上内容繁多，既有水工建筑物，又有厂房建筑，还有机电设备安装，工序相互交叉。构成施工的因素有：人力、资金、材料、设备、时间、空间和建筑物特点等等，施工的任务就是要处理好这些因素，使它们有条不紊，各得其所。

要做好施工工作，必须加强和提高施工队伍的技术力量，使之能适应小水电建设事业发展的需要。工程技术人员必须熟悉并掌握有关的施工技术，编好施工组织设计，搞好施工管理。这样，才能在一定的时间和空间内有计划、有组织、有秩序地进行施工活动，以期从总体上取得最优的效果。

作者根据多年来修建水电站的经验和体会，在本书中系统地介绍小水电站的施工技术、工艺要求、操作要点和质量标准，推荐在实践和试验中得出的参考数据，以供施工人员借鉴使用。本书力求通俗易懂，注重实用，具有中等文化程度的人员均能阅读和使用。

二、施 工 准 备

(一) 组 织 准 备

1. 建立施工机构 施工单位承接工程项目后, 就应尽快筹建施工管理机构, 明确各部门的分工和职责。施工管理机构是具体执行和保证施工按计划完成的权力指挥机构(施工机构的形式详见114~115页)。

2. 组织施工队伍 施工机构建立后, 就开始筹划施工队伍的组织和劳动力的来源。必须慎重考察和了解施工队伍的技术能力、劳动力、机械化设备使用程度等情况。有组织、有计划地将工程的全部或一部划出招标。

3. 确定协作关系 施工与承建两方(甲、乙方)在客观条件可能达到的范围内, 确定协作关系。双方共同研究施工进度计划, 制定各项规约, 在法律的保障和监督下, 严格遵守执行。

(二) 技 术 准 备

1. 熟悉图纸组织施工人员熟悉设计图纸, 对设计要求不明确, 以及设计考虑欠妥之处, 提出意见, 共同探讨。

2. 会审图纸 由设计与施工双方有关人员共同审查图纸, 商定各项关键性的技术要求以及需要修改之处的意见。

3. 编制和审定施工组织计划, 确定施工方案和技术措施(详见第114~118页)。

4. 编制施工预算 在工程设计概算的基础上, 根据国家颁布执行的定额, 结合工程所在地区具体执行情况, 编制施工预算(详见119~122)。

5. 各类所需的建筑材料、加工成品、半成品和机具的申请计划, 应提前办理申请手续, 及早向各有关单位联系加工订货, 保证施工进度需要。

6. 建立简易的科研试验机构 对在技术革新中提出和推荐的各项新结构、新材料和新工艺, 进行试验或试制, 以利推广。

7. 编制施工工艺规范和质量标准 由施工单位编制可行的施工操作工艺规范和质量标准检验规范, 经甲乙双方签订后贯彻执行。

(三) 现 场 准 备

1. 征用土地和迁移居民 由施工单位配合有关部门根据国家现行政策规定共同商定处理。
2. 拆除障碍 对严重影响工程施工的房屋、管线、树木、坟墓等，应共同协商，限期拆除。
3. 平整场地 对影响施工现场的各种障碍，如乱石、杂草、树木、坑洞等均应清理平整。
4. 设置现场测量控制网点和建筑物轴线坐标 以利于施工测量放样及校核建筑物和机器设备安装的位置。
5. 修建场内外交通运输系统 如轻便铁轨、公路、航运、出渣运输便道系统等。
6. 建立供水系统 应保证施工时的生产用水、生活用水和消防用水（包括水泵站、水塔和管路系统布置等）。

(1) 生产用水(Q_1)：用于混凝土和各种粘合材料的拌合用水以及各类机械设备的冷却用水等，可按下列式估算用水量：

$$Q_1 = 1.2 \frac{\sum K \cdot q}{8 \times 3600} \quad (\text{升每秒})$$

式中： Q_1 ——生产需用水量

k ——用水不均匀系数，常取 $K=1.5$

q ——各用水单位平均每班用水量（参照表2-1、2-2）

表2-1 每 班 平 均 用 水 量 表

编 号	用 水 项 目	用 水 量
1	石料冲洗	400升 每立方米
2	混凝土及砌体养护	300~400升 每昼夜
3	胶结材料（砂浆）	200升 每立方米
4	设备冷却（内燃机等）	20~40升 每千瓦小时
5	工地附属企业（修配厂等）	100~200升每班

表2-2 生 产 用 水 项 目 的 平 均 用 水 量

用 水 项 目	计 算 单 位	平均用水量(升)
拌制混凝土	每立方米	200~300
拌制水泥砂浆	每立方米	170~210
冲洗粗骨料(石料)	每立方米	1000~2000
冲洗砂	每立方米	1000~1500
混凝土养护	立方米每昼夜	200~400
拖拉机、挖掘机、汽车(维修、上水、冲洗)	每台每昼夜	300~600
蒸气机车(牵引)	每台每昼夜	8000~10000
附属企业(修配厂等)	每台机床每班	300~500
混凝土预制构件厂	每立方米预制构件	150~250
生产砖、瓦	每千块砖、瓦	700~1000
熟化石灰	每吨石灰	2500~3500

(2) 生活用水(Q_2): 指职工和家属在饮食、洗澡、医疗、卫生等方面的用水。计算时应以职工可能达到的最高人数为依据。在选定生活用水时, 特别要注意饮用水的质量, 尽量选用泉水(地下水), 如用河水要经化验或净化处理。需水量可按下式计算:

$$Q_2 = Q'_2 + Q''_2$$

$$Q'_2 = K \frac{N_1 q_1 + \sum q_3}{8 \times 3600}$$

$$Q''_2 = K \frac{N_2 q_2 + \sum q_3}{24 \times 3600}$$

式中:

Q_2 ——生活用水的需水量(升每秒)

Q'_2 ——现场工人生活用水需水量(升每秒)

Q''_2 ——居住区居民生活用水需水量(升每秒)

N_1 ——每班在现场的工人人数

N_2 ——居住区的居民人数

q_1 ——现场每一工人每班生活用水量可采用10~15升每班

q_2 ——居住区每一居民每天生活用水量, 可采用25~30升每昼夜

$\sum q_3$ ——文化福利设施的用水量, 可参考表2-3($\sum q_3 = q_a + q_b + q_c + q_d + q_e + \dots$)

K ——用水的不均匀系数, 见表2-4

表2-3 文化福利设施需水量

$\sum q_i$	用水项目	单位	平均用水量(升)
q_a	浴池	每人一次	30~100
q_b	食堂	每人一餐	10~15
q_c	医院	每一病床每昼夜	100~150
q_d	学校	每一学员每昼夜	12~15
q_e	幼儿园、托儿所	每一儿童每昼夜	75~90

表2-4 用水不均匀系数

用水项目	K 值	用水项目	K 值
土建工程	1.5	施工辅助企业	1.26
建筑运输机械	2.0	施工现场生活用水	2.7
动力装置	1.1	居住区生活用水	2.0

(3) 消防用水(Q_3): 消防用水与施工工程大小、施工住宅布置的集中程度有关, 通常采用 $Q_3=3\sim5$ 升每秒即可。如水源位置过低, 必须选择适当高的位置设置供水水池, 以调节水量并保证有足够的水压。水池容积不小于 $10\sim20$ 立方米。

总需水量

$$Q = 1.1 \times \frac{1}{2} (Q_1 + Q_2) + Q_3 \text{ (升每秒)}$$

根据经验, 施工人数每班1000人左右的工地, 强度在 $40\sim50$ 立方米每班的砌石施工, 总需水量用 $5\sim10$ 升每秒即可。

7. 建立供电系统 工地的施工用电, 是促进和保证施工进度主要动力, 施工前必须做好一切输送电源的准备工作。电能的来源主要有: ①现有地方供电系统。②经过附近村镇的国家电网。③利用附近河川天然落差或导流落差修建临时性小水电站。④安装柴油机发电。

一般小水电站的施工, 利用电网的可能性较小, 因为输电距离远, 又要常受停电影响, 很不方便, 最好是修建临时电站来保证施工的用。施工用电按下式计算:

$$P = f \left(\frac{K_m \cdot \sum K_c P_y}{\cos \varphi} + \sum K_c P_z \right)$$

式中: P ——工地所需功率 (千伏安)

f ——电网功率损失系数 ($f=1.10$)

Σ ——表示汇总 (动力设备有若干个)

K_c ——需电系数 (容量利用系数) 一般动力取0.5, 照明取0.8左右

$\cos \varphi$ ——功率因素平均值, 取 $0.5\sim0.6$

P_y ——动力用电铭牌功率 (千瓦)

P_z ——照明用电量 (千瓦)

K_m ——同时用电系数。动力用电采用 $0.75\sim0.85$ 室外照明采用1.0室内照明采用0.8, 仓库照明采用0.35

根据经验: 一般室外 (大坝施工) $0.5\sim1.5$ 瓦每平方米; 交通3千瓦每公里; 室内5瓦每平方米。

选择供电设备容量一般为 $(1.5\sim2)P$ 值。

动力用电电压等级为380伏, 照明用电电压为220伏; 发电机选用380/220伏。距离电源200米以内, 可用低压送电, 超出200米时, 用高压送电。

8. 建立供风系统

(1) 供风对象有: 石方开挖——风钻用风; 混凝土振捣——振捣器用风; 灌浆——风钻、冲洗、灌浆用风; 喷混凝土——风动压力灌浆机。

(2) 供风方式 ①固定式——设置压缩空气站, 集中供风, 空压机站以靠近用风处为宜, 送风管长度最好不超出500米。

②移动式——用移动式空压机就近供风。

(3) 供风量计算公式如下:

$$Q = (1.5 \sim 1.8) \sum K n F$$

式中: Q ——空气装置的供风量 (立方米每分)

K ——各同类风动机具设备的同时工作系数 (见表2-5)

表2-5 风动机具同时作用系数表

同 类 风 动 机 具 台 数	2	3	4	5	6	8	10	15	$\geq$	25
K	1	0.90	0.85	0.82	0.80	0.75	0.70	0.60		0.50

n ——各同类风动机具设备的台数

F ——各同类风动机具设备的耗风量 (立方米每分) (可以从相应的性能表中查出)

1.5~1.8——考虑空压装置和供风管路中的漏气损失的系数

(4) 空压机的工作压力通常为6~8个大气压。选择时应较风动机械所要求的驱动压力大1~2个大气压。

(5) 每台空压机都应设贮气罐, 以便清除压缩空气中的水分和油脂。储气罐容量 V (立方米) 按下式估算:

$$V = 1.6 \sqrt{Q}$$

Q ——空压机生产率 (立方米每分)

空压机的震动较大, 需要的冷却水量亦大, 安装空压机必须有坚固的地基而且要临近水源。

(6) 风管的选择和布置应不妨碍交通运输。

①风管直径的选择根据供风量和供风管的长度而定, 可按表2-6选用。

表2-6 供 风 管 直 径 参 考 表

单位: 毫米

直 径 风 量 米 每 分	供 风 管 长 度 (米)							备 注
	25	50	100	300	500	1000	3000	
1	20	25	25	33	37	43	49	
2	33	33	37	43	46	52	58	
3	33	37	40	49	54	64	70	
6	40	43	49	64	70	80	94	
9	43	49	58	76	82	94	113	
15	52	64	70	88	94	119	131	
20	58	70	82	101	113	137	143	
50	82	94	106	131	143	162	192	

②风管的布置 应不妨碍交通运输和施工安全；管道应有 0.005~0.01 的纵坡，并在相距 200~300 米处安设放水阀，以利排除管中积水。冬季应有保温措施。

(7) 供风系统的布置既要考虑施工的方便，又要考虑供风系统的运行安全。

9. 建立供热系统 如果大体积混凝土浇筑需要在冬季施工，则应考虑供热系统的建立。

10. 建立制冰系统 如果混凝土温控需要大量降温，则需考虑建立制冰系统。

11. 建立通信系统 各工区、段、库房、重点建筑物间应建立电话通讯系统，便于施工指挥联络。

12. 修建临时设施 选择适当地点建立生产和生活用房、库房和棚架。生活用房应尽量借用民房。

13. 建立砂石料生产系统 选择砂石料场位置必须是：(1) 含杂质少，砂质坚硬；(2) 层次匀称，易于开采；(3) 运距短，场地居高临下，便于运输。砂石料的堆存地点，以尽量靠近施工现场，取用方便，又不影响交通运输为宜。

14. 建立混凝土拌合系统 选择接近施工现场的适宜地点，安装混凝土拌合系统。

15. 建立施工企业 如机械厂、修理车间等。

16. 搭设水平和垂直运输设施 如索道、扒杆、吊车等。

17. 安设大型施工机械 如吊车、起重车等。

18. 修建施工排水系统，充分作好防水技术措施。

19. 修建导流工程与排水同时进行（详见第三节）。

20. 组织劳力、材料、机具等进场。

三、导流工程

水电站枢纽工程以及厂房主体建筑物的基础工程，大部分都在水下，这就增加了施工的困难，但这又是全工程至关重要的环节。为了使建筑物既不受水流的干扰，又不致影响施工的顺利进行，在建筑物清基开挖前，就要将原河流、沟渠的流水或地下水，根据地形条件堵截、排升，使基础工程得以在干燥的条件下顺利进行。

施工导流在水工施工中占有极为重要的地位，影响的因素也很复杂，如水文条件、地形地质、农田灌溉、搬运、工业供水以及施工场地、建筑材料的供应、施工的方式方法、机械化程度等。施工导流关系到全盘工程的施工进度，影响到施工场地的布置和工程的造价。如导流工作失误，必将导致工程的巨大损失。因此，施工导流要进行详细的实地查勘，作出多方案的技术经济比较，通过论证，择优选定。方案确定后，要力争在汛期前将水下基础工程安砌超出水位以上。如预计汛期前建筑物的基础开挖和处理工程不能完成，则应考虑增大围堰导流的工作量，预先采取防汛渡汛措施并相应地增加基础投资量。

施工导流的方法甚多，常用的导流方法有以下几种形式。

(一) 一次导流

河流不大，流量小的水电站基础施工，尽量采用一次导流。一次导流的方式也比较多，常见的有：地势平坦、河谷宽阔的地区，常用明渠、涵洞或渡槽；窄谷山区则多采用隧洞。也有不用围堰采用一次快速合拢方式的。

1. 明渠导流 明渠导流的选线，应选择线路短，开挖量小的方案。断面的大小，要能保证在施工期排泄最大的洪峰流量。最大洪峰流量可根据当地或附近的水文资料进行计算。如果当地河流缺乏水文资料，则应对工程现场附近的群众进行调查，或作历史洪水调查。洪峰流量算出后，即可进行断面设计。

(1) 调查洪水痕迹，应用以下公式计算

$$Q = WC\sqrt{Ri}$$

式中：Q——流量（立方米每秒）

W——水流断面面积（平方米）

C——折才系数，由H.H.巴甫洛夫斯基公式 $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$ 求得〔式中：n——河床

粗糙系数（可在表 3-1，一般采用 $n = 0.018 \sim 0.040$ ）， R ——水力半径， y ——指数，与 n 和 R 有关，可按 $y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R} \times \sqrt{n} - 0.10$ 计算]

R ——水力半径，由公式 $R = \frac{W}{x}$ （米）求得 [式中： $W = (b + mh)h$ ； x ——湿周（米）， $x = b + h\sqrt{1 + m^2}$ ； b ——底宽； h ——水深（米）； m ——河床边坡系数]

i ——河床比降（底坡）

表3-1 河道糙率表

类别	河 槽 特 征	n
1	山区河槽无壅塞，干净平直的砾石 比降为0.0002	0.02
2	有利条件中的天然河槽，比降不大，干净而不太弯曲，无壅塞，土质为粘土、砂、细砾石 比降在0.0005~0.0008之间	0.025
3	与第二类相同的砾岩、砾石河槽 比降在0.0008~0.001之间	0.030
4	河床表面状态及形状良好的周期性大小河道与第3类相同的砾岩砾石河槽，但显著含有泥沙或具有较粗的卵石 比降在0.001~0.003之间	0.035
5	河道具有良好周期性（干谷）的土质河槽，在山区河流下游开辟有良好规划的砾石河槽 比降在0.003~0.007之间	0.04
6	河道严重阻塞，弯曲且局部生草、多石而水流不平静（大中河流）的河槽，洪水时挟带大量泥沙、河槽覆盖粗砾石或植物水草的周期性（暴雨和春汛）水流 比降在0.007~0.015之间	0.05
7	河道严重阻塞和曲折的周期性水流的河槽，水面不平的山区型河流（中游）的砾石、漂浮石河槽 比降在0.015~0.05之间	0.067
8	水流湍急多沫的、水面翻腾的（水花向上飞溅）山区河流的（中游与上游）山区型漂石河槽 比降在0.005~0.09之间	0.08
9	山区瀑布型河槽，上游为粗漂石河底曲折，落差极为明显，产生大量泡沫，使水失去透明性而成为白色，水声嘈杂压倒其它一切声音，以致谈话困难 比降在0.09~0.20及大于0.20之值	0.10

表3-2

C 值 表

$R(m)$ \ n	0.011	0.013	0.017	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.050	0.067	0.080	0.100
0.06	—	—	—	—	19.6	14.8	11.4	9.2	6.4	3.72	2.72	1.74
0.08	—	—	—	—	21.2	16.1	12.8	10.5	7.2	4.40	3.22	2.13
0.10	67.2	54.3	38.1	30.6	22.4	17.3	13.8	11.2	8.0	4.96	3.67	2.46
0.12	68.8	55.8	39.5	32.6	23.5	18.3	11.7	12.1	8.64	5.47	4.08	2.80
0.14	70.3	57.2	40.7	33.0	24.0	19.1	15.4	12.8	9.24	5.92	4.45	3.09
0.16	71.5	58.4	41.8	34.0	25.4	19.9	16.1	13.4	9.90	6.34	4.79	3.37
0.18	72.6	59.5	42.7	34.8	26.2	20.6	16.8	11.0	10.24	6.73	5.14	3.63
0.20	73.7	60.4	43.6	35.7	26.9	21.3	17.4	14.5	10.76	7.10	5.46	3.90
0.22	74.6	61.3	44.4	36.4	27.6	21.9	17.9	15.0	11.20	7.44	5.77	4.15
0.24	75.5	62.1	45.2	37.1	28.3	22.5	18.5	15.5	11.60	7.80	6.07	4.36
0.26	76.3	62.9	45.9	37.8	28.8	23.0	18.9	16.0	12.00	8.10	6.32	4.61
0.28	77.0	63.6	46.5	38.4	29.4	23.5	19.4	16.4	12.36	8.35	6.56	4.81
0.30	77.7	64.3	47.2	39.0	29.9	24.0	19.9	16.8	12.68	8.67	6.82	5.01
0.35	79.3	65.8	48.6	40.3	31.1	25.1	20.9	17.8	13.54	9.33	7.42	5.52
0.40	80.7	67.1	49.8	41.5	32.2	26.0	21.8	18.6	14.24	9.97	7.94	6.01
0.45	82.0	68.4	50.9	42.5	33.1	26.9	22.6	19.4	14.90	10.52	8.52	6.42
0.50	83.1	69.5	51.9	43.5	34.0	27.8	23.4	20.1	15.60	11.02	8.98	6.88
0.55	84.1	70.4	52.8	44.4	34.8	28.5	24.0	20.7	16.20	11.50	9.40	7.22
0.60	85.3	71.4	53.4	45.2	35.5	29.2	24.7	21.8	16.68	12.00	9.84	7.61
0.65	86.0	72.2	54.5	45.9	36.2	29.8	25.3	21.9	17.20	12.44	10.24	7.98
0.70	86.8	73.0	55.2	46.6	36.9	30.4	25.8	22.4	17.66	12.87	10.62	8.31
0.80	88.3	74.5	56.5	47.9	38.0	31.5	26.8	23.4	18.56	13.60	11.26	8.91
0.90	89.4	75.5	57.5	48.8	38.9	32.3	27.6	24.1	19.26	14.24	11.90	9.50
1.00	90.9	76.9	58.8	50.0	40.0	33.3	28.6	25.0	20.00	14.90	12.50	10.00
1.10	92.0	78.0	59.8	50.9	40.9	34.1	29.3	25.7	20.60	15.50	13.00	10.45
1.20	93.1	79.0	60.7	51.8	41.6	34.8	30.0	26.3	21.20	16.94	13.50	10.95
1.30	94.0	79.9	61.5	52.5	42.3	35.5	30.6	26.9	21.80	16.50	14.00	11.35
1.50	95.7	81.5	62.9	53.9	43.6	36.7	31.7	28.0	22.80	17.30	14.74	12.05
1.70	97.3	82.9	63.4	55.1	44.7	37.7	32.7	28.9	23.60	18.04	15.42	12.68
2.00	99.3	84.8	65.9	56.6	46.0	38.9	33.8	30.0	24.60	18.90	16.24	13.47
2.50	102.1	87.3	68.1	58.7	47.9	40.6	35.4	31.5	25.90	20.08	17.34	14.43
3.00	104.4	89.4	69.8	60.3	49.3	41.9	36.6	32.5	26.80	20.90	18.20	15.20

举例：某河河底宽 $b = 10$ 米，经调查，历史最大洪水时，水深 $h = 1.5$ 米，实测河床边坡系数为 1.0，河床比降 $i = 0.0002$ ，河床底部为卵石，面层覆盖有薄层淤泥，查表取 $n = 0.02$ 。

解：按公式

$$W = (b + mh)h = (10 + 1 \times 1.5) \times 1.5 = 17.25 \text{ (平方米)}$$

$$x = b + h\sqrt{1 + m^2} = 10 + 1.5 \times 1.41 = 14.23 \text{ (米)}$$

$$R = \frac{W}{x} = \frac{17.25}{14.23} = 1.21 \text{ (米)}$$

$$\begin{aligned} y &= 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10) \\ &= 2.5\sqrt{0.02} - 0.13 - 0.75\sqrt{1.21}(\sqrt{0.02} - 0.10) \\ &= 0.3535 - 0.13 - 0.0327 = 0.191 \end{aligned}$$

$$C = \frac{1}{n} R^y = \frac{1}{0.02} \times 1.21^{0.191} = 50.98$$

$$\begin{aligned} Q &= WC\sqrt{Ri} = 17.25 \times 50.98\sqrt{1.21 \times 0.0002} \\ &= 37.78 \text{ (立方米每秒)} \end{aligned}$$

(C 值也可在表 3-2 查得)

(2) 根据河流附近地区水文站的水文记载资料, 用以下普通公式计算:

$$Q_{mp} = FRC$$

式中 Q_{mp} ——洪水流量 (立方米每秒)

F ——集雨面积 (平方公里, 即是河坝以上分水岭以内的汇流面积)

R ——最大暴雨强度 (毫米)

C ——径流系数常用 0.6~0.7, 由表 3-3 查得

表 3-3 径流系数 C 值表

地 面 状 况	径流系数 C 值表	说 明
地形略有起伏 坡度较小	0.30~0.50	1. 地面坡度的 C 值大 2. 地面覆盖物稀薄的 C 值大
丘陵地带带森林 及较浓密的覆盖物	0.30~0.40	3. 地面土层浅薄的 C 值大 4. 地面土质越粘的 C 值大
丘陵地带无森林 地面覆盖物稀薄	0.50~0.65	5. 山坡耕地为梯田的 C 值大 6. 水土流失严重的 C 值大
山丘地带山岩 陡峻无森林	0.75~0.85	

上述公式经换算后改为以下实用公式:

$$Q_{mp} = 0.278 \Psi \frac{S_p}{t^{0.5}} F \text{ (秒立方)}$$

式中: $t = \tau = 0.278 \frac{L}{v}$

v —— 汇流速度 $v = mJ^{1/3}Q^{1/4}$

J —— 主河床的比降

m —— 汇流参数 (0.8~1.5)

t —— 暴雨历时 (以小时计, 取 $t = \tau$ 汇流时间)

S_p —— 设计频率下的最大一小时暴雨量 (毫米)

ψ —— 洪峰径流系数 0.75~0.85

F —— 流域面积 (平方公里)

计算洪水流量的另一简单计算式:

$$Q_{wp} = C_p F^{3/4} \text{ (秒立米)}$$

式中: C_p —— 洪峰模数, 即当汇流面积 $F = 1$ 平方公里时的洪峰流量, 随暴雨特性及产、流、汇特性而变化于 15~35 范围内。

例如流域面积为 1 平方公里的普通草灌覆盖地面, 经分析 C_p 值取用 20, 则

$$Q_{wp} = 20 \times 1^{3/4} = 20 \text{ 秒立米。}$$

建筑物 (拦河坝或围堰) 流域面积范围以内地区, 如有山塘水库或修建堵水建筑物后, 构成滞洪条件, 则设计的排水量应减去这部分的滞洪量。施工期如有把握在枯水季节完成, 就无需考虑洪水因素。排水渠道断面按枯水期河流的最大流量设计就行了。

排水渠道断面在流量为 3 立方米每秒以内, 可参照表 3-4 选用。

2. 渡槽导流 河流两岸为陡岩峡谷, 枯水期流量不大。明渠导流的开挖量艰巨, 同时又对主体工程的清基干扰太大, 则应考虑采用渡槽导流。渡槽导流有木结构、钢管、钢筋混凝土管等形式。因导流工程多为临时性工程, 水下施工结束后, 到了汛期就要拆除, 所以若在出产木材的山区则可考虑采用木渡槽, 可节省造价。但用木渡槽必须严格要求质量, 处理好企口接缝的技术问题, 严防渗漏; 渡槽的支架或支座要安装坚固、安全, 不能干扰主体工程的施工, 以免发生意外事故。渡槽的布置可参考图 3-1。

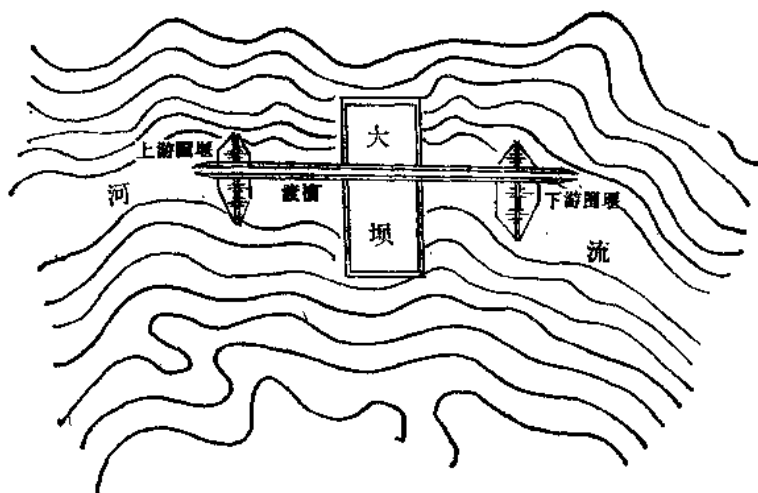


图3-1 渡槽导流平面布置示意图

表3-4

渠道断面尺寸表 (流量在3立方米每秒内)

项 目			上 渠 断 面 (边坡1:1)					石 渠 底 宽	
编 号	流 量 (立方米每秒)	水 深 (米)	比 降	顶 宽 (米)	底 宽 (米)	水 深 (米)	流 速 (米每秒)	比 降	
								1/500	1/1000
1	0.05	0.22	1/500	0.50	0.30	0.60	0.41		
2	0.10	0.31		0.50	0.30	0.60	0.51		0.90
3	0.20	0.40		0.50	0.40	0.80	0.63	0.90	1.20
4	0.40	0.52		0.50	0.50	0.90	0.77	1.00	1.50
5	0.60	0.59		0.80	0.60	1.00	0.84	1.30	1.80
6	0.80	0.68		0.80	0.60	1.10	0.92	1.40	1.90
7	1.00	0.69		0.80	0.80	1.20	0.97	1.70	2.20
8	1.25	0.77		1.00	0.80	1.40	1.02	1.70	2.30
9	1.50	0.85		1.00	0.80	1.50	1.07	1.80	2.30
10	1.75	0.85		1.00	1.00	1.60	1.13	2.00	2.50
11	2.00	0.90		1.00	1.00	1.60	1.16	2.10	2.70
1	0.05	0.27	1/1000	0.50	0.30	0.60	0.33		
2	0.10	0.37		0.50	0.30	0.60	0.41		
3	0.20	0.47		0.50	0.40	0.80	0.49	0.80	1.00
4	0.40	0.61		0.50	0.50	0.90	0.59	1.00	1.30
5	0.60	0.70		0.80	0.60	1.00	0.67	1.20	1.50
6	0.80	0.74		0.80	0.80	1.10	0.71	1.40	1.70
7	1.00	0.83		0.80	0.80	1.25	0.75	1.40	1.80
8	1.25	0.92		1.00	0.80	1.40	0.79	1.50	1.90
9	1.50	0.92		1.00	1.00	1.50	0.85	1.70	2.10
10	1.75	1.00		1.00	1.00	1.60	0.88	1.70	2.20
11	2.00	1.06		1.00	1.20	1.60	0.91	1.90	2.50
12	2.50	1.12		1.50	1.20	1.70	0.97	2.00	2.60
13	3.00	1.16		1.50	1.40	1.70	1.01	2.20	2.90
1	0.05	0.31	1/2000	0.50	0.30	0.60	0.26		
2	0.10	0.40		0.50	0.40	0.60	0.31		
3	0.20	0.55		0.50	0.40	0.80	0.38		
4	0.40	0.72		0.50	0.50	0.90	0.46	0.80	1.10
5	0.60	0.83		0.80	0.60	1.00	0.51	1.00	1.30
6	0.83	0.87		0.80	0.80	1.10	0.55	1.20	1.50
7	1.00	0.97		0.80	0.80	1.20	0.58	1.30	1.60
8	1.25	1.01		1.00	1.00	1.40	0.62	1.40	1.70
9	1.50	1.10		1.00	1.00	1.50	0.65	1.40	1.80
10	1.75	1.12		1.00	1.20	1.60	0.68	1.60	2.00
11	2.00	1.20		1.00	1.40	1.60	0.70	1.60	2.10
12	2.50	1.27		1.50	1.40	1.70	0.74	1.80	2.40
13	3.00	1.40		1.50	1.40	1.70	0.77	1.90	2.40