

小型水利
工程施工
技术

水利出版社



小型水利工程施工技术

郭 汉 生 编

水 利 出 版 社

内 容 提 要

本书比较全面地介绍了有关小型水利工程施工中的各方面技术。书中不仅介绍小型水利施工中各工种的施工工艺、操作要点、质量标准、技术要求以及某些易为群众所掌握的施工方法和现场经验；同时还介绍了水利工程施工的基本理论和一般知识，并在书中附有可供查用的图表、计算公式和实例。

全书主要内容分施工准备工作、施工测量与放样、土方、爆破、砌石、混凝土与钢筋混凝土、脚手架、预制混凝土构件的安装等共八个方面。

本书可供广大的地、县、社水利施工技术人员、工人、专业队员参考使用，也可供中等水利专业学校师生参考。

小型水利工程施工技术

郭 汉 生 编

*

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 $15\frac{7}{8}$ 印张 352千字

1980年3月第一版 1980年3月北京第一次印刷

印数 00001—22850册 每册1.80元

书号 15047·4011

前 言

为了配合我国广大农村水利建设和农田基本建设的需要，总结多年来小型水利工程施工技术经验，笔者在党组织的支持和关怀下，根据自己参加水利施工实践的点滴经验和体会，针对现场施工的实际需要，参考了有关文献，吸收了广大群众的智慧，编写成这本册子，献给小型水利工程施工方面的基层技术干部和工人同志们，以便在施工中，正确选择施工方法，保证工程质量，合理组织施工。读者可结合本地的具体情况，在施工中参考使用。

由于笔者经验不足，水平所限，对于广大群众在施工实践中积累的丰富经验，概括和总结得都很不够，书中缺点和错误一定不少，恳切希望读者批评指正。

本书的编写，曾得到武汉水利电力学院施工教研室及该院学报编辑部、福建省水利科学研究所、山西省水利建筑工程局、河南省水利局等单位有关领导和同志的热情指导和帮助，并提供宝贵的参考资料，谨在此一并表示衷心感谢。

编 者

1979年5月

目 录

前 言

第一章 施工准备工作	1
第一节 小型水利工程的施工特点与现场调查	1
第二节 编制施工计划	3
第三节 道路及工棚	6
第四节 砂石料场的布置	7
第五节 施工导流	7
第二章 施工测量与放样	17
第一节 施工控制点的标桩埋设	17
第二节 施工测量与放样的基本方法	18
第三节 简易测量仪器的制作与使用	28
第四节 建筑物的测量放样	32
第五节 土方工程的测量放样	38
第六节 竣工测量	45
第七节 测量放样的注意事项	45
第三章 土方工程	47
第一节 基坑开挖	47
第二节 基坑的支撑	50
第三节 废土处理	54
第四节 土方的计算	55
第五节 基坑排水	59
第六节 难工处理	62
第七节 土方填筑	68

第八节	水力冲填造地	89
第九节	水中填土筑坝	98
第十节	土方工程验收	115
第十一节	土方施工安全	119
第四章	爆破工程	121
第一节	爆破的基本知识	121
第二节	药量的计算	125
第三节	爆破材料及起爆方法	132
第四节	小型水利工程采用的爆破方法	150
第五节	爆破工程质量检查与验收	178
第六节	爆破工程的安全施工	179
第五章	砌石工程	188
第一节	砌石前的准备工作	188
第二节	浆砌石施工	192
第三节	干砌石施工	204
第六章	混凝土及钢筋混凝土	214
第一节	模板工程	214
第二节	土模工程	242
第三节	钢筋工程	249
第四节	混凝土工程	291
第五节	特种混凝土工程	372
第七章	脚手架工程	392
第一节	脚手架的结构类型	392
第二节	脚手架的绑扎	396
第三节	脚手架的施工顺序	398
第四节	装配式钢脚手架的应用	399
第五节	无脚手架施工	401
第六节	脚手架的安全施工	404

第八章	预制混凝土构件的安装	406
第一节	预制构件安装前的准备工作	407
第二节	预制构件的运输	452
第三节	预制构件的安装	459
第四节	涵管安装	483
第五节	构件安装的技术安全	487
附表 1	普氏岩石分级表	489
附表 2	常用工程材料重量估算表	490
附表 3	常用木制板材面积、体积换算表	490
附表 4	常用钢板每 1 米 ² 面积理论重量表	490
附表 5	常用木工、钢筋作图法	491~500

第一章 施工准备工作

水利工程施工，是一项内容复杂、牵涉面很广的工作，因此，必须在勘测设计的基础上，做好各项施工前的准备工作。

在施工实践中已证明：凡是准备工作做得好的工程，其施工进展一般都比较顺利；相反，如果忽视或者缺乏必要的准备工作，工程就会受到一定影响。因此，为了保证工程质量标准，提高生产劳动效率，缩短施工期限，多快好省地完成水利施工任务，就必须掌握小型水利工程一般施工的特点，充分做好施工准备工作。

第一节 小型水利工程的施工特点与现场调查

一、小型水利工程的施工特点

1) 由于水利工程通常是建造在河床中或河滩及河岸边，施工中不可避免地要受到洪水或地下水的影响，特别是处在水下部位的建筑物或基础工程，施工条件一般都比较复杂。所以，施工前，应充分做好有关防汛、导流和施工排水等准备工作，以免造成工程被动；

2) 小型水利工程比较零星分散，特别是地处山区丘陵的工程，施工场地一般都比较狭窄，交通运输不便，虽然工程数量不大，但施工项目却面面俱到，土方挖填、混凝土浇

捣、砖石砌筑、涵管埋设、预制安装及钻孔爆破等，一般是不可缺少的。因此，对施工技术有一定的要求，涉及的工种也较多，施工时务须做到“精心设计，精心施工”，确保工程质量；

3) 小型水利工程大都安排在农闲季节施工，工期较短，带有突击性，在劳力分配上容易与农业生产发生矛盾。组织施工时，应以专业队为主，在时间上既要环环扣紧，赶抢进度，又要留有余地，防止雨雪等恶劣天气的影响，使工程尽快提前发挥效益；

4) 小型水利工程多以社、队自办为主，在一般情况下，机械化的施工水平不高，劳动强度较大。因此，施工中必须统筹兼顾，认真贯彻执行党的各项经济政策，既要注意发挥集体经济的力量，坚持自力更生，勤俭办水利，又要合理照顾社、队集体利益，关心群众生活，保护群众的生产积极性；

5) 小型水利工程与农田基本建设关系密切，如渠系工程的配套、桥涵施工等，既属于小型水利工程施工的范畴，又是直接服务于农田基本建设，这就进一步说明搞好小型水利工程施工在农田基本建设中具有十分重要的意义。

二、施 工 组 织

小型水利工程的施工，多以县、社一级的农田水利专业队为技术骨干。由工程所在的社、队摊派劳力，在上级部门与当地党委的统一领导下，组成工程指挥部(所)，由指挥部(所)统一领导进行施工。指挥部(所)除党的机构外，下设工程技术、财务后勤、质量检查、治安保卫以及技工、民工连队等职能部门，负责施工中的正常工作。

三、施工现场调查

建筑物工程在开工以前，施工人员不仅要仔细研究和熟悉设计图纸，而且还要做好施工现场的调查工作。

现场调查的目的，是为了进一步了解工程所在地的地形和地质情况，收集、整理土工试验资料及水文资料，确定建筑物的位置，查明附近水准基点的标高及其所依据的水准基面。同时，还要根据现场的实际情况，合理地选择运输线路，安排职工住地及仓库，因地制宜地作出施工场地布置，并在保证质量的前提下，尽量就地取材，勘察选定取土区和砂石料的开采地点。

另外，为了使工程修建得更加切合实际，必要时，还应当走访当地的贫下中农，征询群众对修建工程的要求和意见。特别是对于一些跨社、跨县或者影响原有水系走向的重点工程，更需要事先会同有关部门共同研究协商，从全局出发，正确处理和解决因兴建工程而带来的矛盾。

总之，要求通过现场调查，充分掌握第一手材料，从而能够比较准确地编制施工进度计划(如表 1-1 所示)，合理地组织施工，争取工作主动。

第二节 编制施工计划

施工计划一般分为总体工程施工计划与分部工程施工计划两种。总体工程施工计划是对整个工程来讲的，也就是说，从工程的开工准备阶段，一直到工程的全部竣工为止的总计划；分部工程施工计划则是为工程的某一部分或某一个分项而编制的。有时，在总体工程施工计划的安排下，根据工程

施工进展的需用，还必须编制月、旬施工计划。无论是总体工程施工计划，还是分部工程施工计划或月、旬施工计划，都是指导现场施工的依据。

表 1-1 某渡槽工程施工进度计划表

分部工程 项 目	单 位	数 量	1976年									1977年								
			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
			中 旬	下 旬	上 旬	中 旬	下 旬	上 旬	中 旬	下 旬	上 旬	中 旬	下 旬	上 旬	中 旬	下 旬	上 旬	中 旬	下 旬	
上下游围堰	米 ³	500	△																	
挖基	米 ³	750			△															
排架浇筑	米 ³	110						△												
槽身浇筑	米 ³	140									△									
进出口砌筑	米 ³	235																		
勾缝粉墙帽	米 ²	360																		
回填	米 ³	660																		
围堰拆除	米 ³	500																		
劳力 计划	最高 人数	300人	200			250			300			250			200					

注 △为控制进度指标。

一个工程的总体施工计划应符合以下原则：在上级党委的领导下，必须根据工程设计的要求和工地的实际情况进行编制。它应包括以下内容：安排施工程序和工程进度；选择施工作业的方式；提出在各个施工阶段中所需要的劳力、材料、机械设备和各种工具的数量；确定工程的开工日期和计划竣工日期等。

小型水利工程的施工期限一般都比较短，受天气变化的影响较为明显。编制施工计划时，应适当考虑雨雪等恶劣天气对工程进度的影响，留有一定的余地，从不利情况出发，向最好处努力。在施工程序的安排上，应本着先难后易，先

做水下工程，后做水上工程的原则。为了按期或提前完成施工任务，计划中必须定出几个控制性进度指标，突出各个施工阶段的主要矛盾，明确各阶段的主攻方向，集中优势兵力打歼灭战，有计划地组织几次施工高潮，积极开展群众性的社会主义劳动竞赛。

在编制施工计划时，应广泛征求有关部门和群众的意见。特别是施工中的重大问题，如施工方案，技术措施，工程进度等都要充分发动群众进行讨论，发扬技术民主，把工程技术向群众交底，使参加施工人员都能对工程建设的规模和意义有比较清楚的了解，以便人人心中有数，促进工程顺利进行。

施工计划编好以后，应由工程党组织或指挥部最后批准执行。必要时还要报送上级主管部门批准。在执行计划过程中，要经常检查计划的完成情况。随时总结推广先进经验，进一步提高劳动效率。

施工计划是否切合实际，只有在施工实践中才能得到证明。当施工计划与实际情况脱节，或者因施工现场某些客观条件有了变化时，则计划应相对地进行调整或修改。

施工计划的编制，是一项必不可少的工作。过去有不少工地，特别是由县社举办的某些小型水利工程，往往由于对这项工作重视不够，或者根本就没有编制施工计划便盲目开工，结果在施工过程中，不是出现停工待料，就是造成人员窝工；在各个工种之间，工序紊乱，相互干扰，常常引起安全事故和质量事故；有时因为计划不周，造成工期拖延，使本来可以在汛期以前完成的工程，却要拖到汛期施工，致使工程处于险工被动局面，增加防汛、渡汛困难，甚至被迫停工，造成不必要的损失。有关这方面的经验教训是很多的，

确实值得认真总结。

第三节 道路及工棚

小型水利工程，由于工期较短，工程数量不大，施工期间的料物运输问题，大部分都可以依靠群众，利用马车、架子车（平板胶轮车）、手扶拖拉机、胶轮拖拉机等农村运输工具解决。上述车辆在黄淮流域的平原地区农村极为普遍，对路面要求不高。所以，工地施工应力求因陋就简、尽量利用原有道路，一般不再修筑专门运输线路。

因工程需要而有行驰汽车要求的工地，可以修简易土路，路面宽度一般不应小于3米。不过，修筑这种专用线路，最好和当地的建设规划结合起来考虑。

工地住室与堆放器材的仓库，在可能的条件下，最好是借用附近社队的民房或将工程计划内的管理单位应建的永久性房屋提前修建，供施工时使用。尽量做到不建或少建房屋。必须修建临时工棚时，也应注意因陋就简，就地取材，精打细算，节约资金。

工地临时用的木工房以及钢筋加工房，可盖成有顶无墙的形式。存放五金器材或堆放水泥的仓库，应适当提高标准，以防雨雪侵入。水泥仓库需要垫仓防潮，保持干燥，一般常用一层木板和一层芦席作为防潮层，防潮层高出地面约30厘米。水泥仓库周围应挖约40厘米深的排水沟，用以降低室内地下水和排截地面雨水。

水泥储存数量不宜过多，有条件时最好与工程进度配合，边施工边进料，防水泥积压过久，容易吸收空气中的水分而受潮变质。

存放炸药和雷管的仓库必须远离住地，雷管炸药要分开保管。

竹木器材可露天堆放，但应特别注意防火安全和不致被洪水淹没冲失。

第四节 砂石料场的布置

在小型水利工程施工中，砂石料的用量占有较大的比例。这类材料由于不受气候变化的影响，一般均露天堆放。砂石料进场之前，应事先规划好堆放场地。布置砂石料场应符合以下原则：

- 1) 尽量利用荒地，不占或少占农田；
- 2) 进料前，场地需稍加整理，清除杂草、浮土，挖排水沟道，特别松软的场地还需平整夯实。堆放碎石的场地应事先铺2厘米厚的黄砂，以避免杂质混入；
- 3) 砂石料应结合工程使用的先后顺序和运输的线路，有计划的储存和保管，先用的靠近建筑物堆放，在场地条件允许的情况下，可以根据建筑物不同部位分片堆放；
- 4) 为了照顾收发方便和施工安全，材料堆放不宜过高过挤。块石和黄砂堆放高度一般不超过1.2米。料堆之间应预留车辆走道。

第五节 施 工 导 流

在水利工程施工中，为了创造必要的施工条件，使建筑物能处在没有水流干扰的情况下进行施工，将原河流或沟渠在各个时期的流水，按照一定的方式，避开建筑物施工现场

引向下游，即称为施工导流。由此可见，施工导流的任务，就是要解决好施工全过程中施工和泄流的矛盾。如果这个矛盾解决不好，势必会影响到施工安全、施工质量和施工进度，因而也必然要影响多、快、好、省地进行水利建设的任务。所以，施工导流问题是影响施工全局性的重要问题，必须引起重视。

一、渠系建筑物的施工导流

渠系建筑物，如渡槽、倒虹吸、涵洞等工程，常修建在渠道与河沟交叉的地方。这类工程在进行基础和水下部位施工时，因为上游流域面积经常有小股水流下泄，特别是在汛期，有时遇到山洪暴发，还会受到洪水的威胁。为了保证施工安全，对于来水较大的河沟，应在上游临时筑围堰，开挖导流明渠进行旁引（如图1-1）。

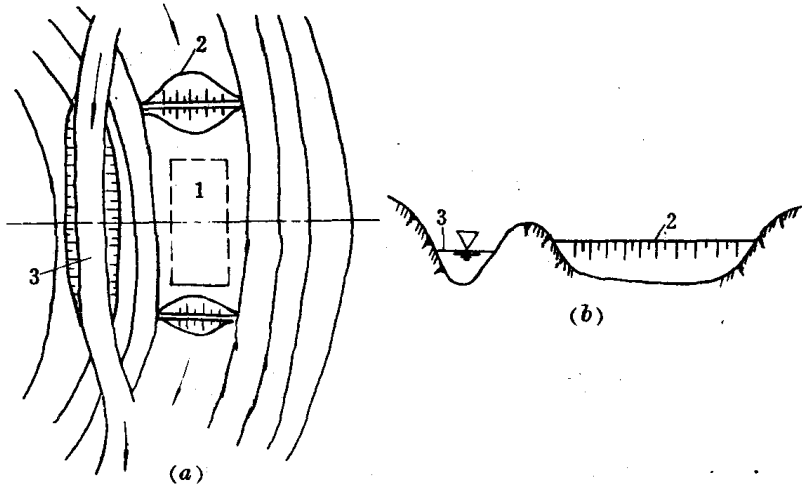


图 1 1 明渠导流示意图

(a) 平面图；(b) 剖面图

1—建筑物；2—围堰；3—明渠

选择明渠导流方式,多用在岸坡较缓,有较宽阔的滩地,或有天然低洼豁口可以被利用的地方。明渠导流的顺序是:在建筑物的一岸开挖明渠,然后截断原河床,使河水由明渠泄流,待建筑物建成或修到某一安全高度后,拦断明渠,使河水按建筑物预定位置下泄。

布置明渠时,应尽量放在河弯凸出的一岸,以便缩短挖方线路,减少土方。关于明渠过水断面的大小,应视施工期间洪峰流量的大小而定。施工期间洪峰流量的采取,可根据当地水文资料计算成果,按照一九七八年九月十二日水利电力部关于颁发试行《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准(山区、丘陵区部分)》的规程执行。如果工程所在地点缺乏足够的雨量或流量资料时,也可以询问附近群众,作历史洪水调查,从而决定施工期间可能发生的洪水水位来估算施工流量。建议河槽洪峰流量采用下列公式估算:

$$Q = \omega C \sqrt{Ri} \quad (1-1)$$

式中 Q ——流量 (米³/秒);

ω ——水流断面面积 (米²);

C ——舍齐系数,由H. H. 巴甫洛夫斯基公式 $C =$

$$\frac{1}{n} R^y \text{ 求得;}$$

R ——水力半径,由公式 $R = \frac{\omega}{\chi}$ 求得 (米);

χ ——湿周 (米);

i ——河槽底坡;

n ——河槽粗糙系数,参考有关书籍,一般 $n = 0.018 \sim 0.040$;

y ——指数,与 n 和 R 有关,可按: $y = 2.5\sqrt{n} - 0.13$

$-0.75\sqrt{R}(\sqrt{n}-0.10)$ 计算。

河槽洪峰流量估算举例：如实测某河槽底宽 $b = 15$ 米，经查询历史洪水痕迹得施工期间相应洪峰水深 $h = 2$ 米，实测河槽边坡系数 $m = 1.0$ ，河槽底坡 $i = 0.0004$ 。河槽底系紧密砾石，并覆盖有薄层淤泥，取 $n = 0.02$ 。

解：按公式 (1-1) 计算流量^①：

$$\text{其中 } \omega = (b + mh)h = (15 + 1 \times 2) \times 2 = 34 (\text{米}^2);$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 15 + 4 \times 1.41 = 20.64 (\text{米});$$

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{34}{20.64} = 1.64 (\text{米});$$

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10) = 0.184;$$

$$C = \frac{1}{n}R^y = 54.6;$$

$$\text{故 } Q = 34 \times 54.6 \sqrt{1.65 \times 0.0004} = 47.9 (\text{米}^3)。$$

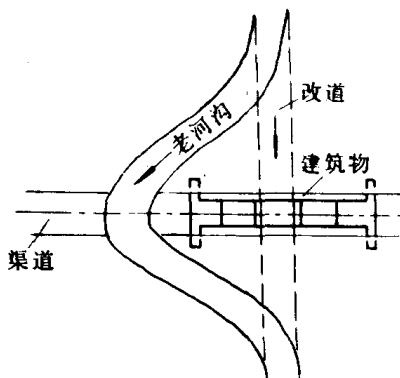


图 1-2 河槽改道示意图

对于渠系建筑物的水下工程施工，有时为了避开不良基础，便于施工或者为了赶抢施工进度，在地形条件允许的情况下，也可以使建筑物的位置移前或错后，使河槽改道，以便提早开工(图 1-2)。待建筑物水下工程完成以后，再将老河床堵填。不过这种方法需要经过经济比较，不能单纯为了便利施

① 上述流量计算，可参阅 B. A. 柯莫夫著《水力学》(水利出版社 1957 年 8 月) 第九章明渠等速流。式中 C 、 n 等值可参考该书查得。