

小型水利工程

■ 吕大权 吕萍 编著

XIAOXING
SHUILI
GONGCHENG



化学工业出版社

小型水利工程

■ 吕大权 吕萍 编著

XIAOXING
SHUILI
GONGCHENG



化学工业出版社

· 北京 ·

《小型水利工程》介绍的是小二型与微型水利工程的规划、勘测设计、施工要点。该书共五章，第一章介绍小型水利工程布局规划与规模确定；第二、三、四章分别介绍小型蓄水工程、小型输水工程、小型其他建筑物的勘测设计与施工要点；第五章介绍基层水利工作者常遇到的业务工作要点。

《小型水利工程》可供基层从事水利工程的工程技术人员与管理人员阅读，也可供高等院校农田水利专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

小型水利工程/吕大权, 吕萍编著. —北京: 化学工业出版社, 2017. 6

ISBN 978-7-122-29464-7

I. ①小… II. ①吕…②吕… III. ①水利工程-工程施工 IV. ①TV52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 073771 号

责任编辑: 杜进祥
责任校对: 边 涛

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 4½ 插页 9 字数 61 千字 2017 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究



前言

水是生命之源、生产之要、生态之基，随着社会的发展，缺水逐渐加大，还得加快水利工程建设步伐，而小型水利工程从数量上计达96%以上，又是普遍基层水利工作者的主要工作，现行大多数都照搬大、中型工程的设计成果，不经济合理。编著者因创新才从四川省水利水电勘测设计研究院规划队到了基层，在基层水利工作五十年，根据自己的实践总结成《小型水利工程》一书，本书主要针对基层自行规划、设计、施工的小二型与微型水利工程，此外还介绍了不少创新、建造工艺，对小一型水利工程也有参考价值。

本书可供基层水利工程技术人员与管理人员参考，也可供高等院校农田水利专业师生参考。该书中如有不当之处，请指正。

编著者

2017年1月21日



目 录

绪论

一、小型水利工程	1
二、面向基层利于农村	1
三、水工建筑物	2
四、基层水利工作	2

第一章

供水规模

第一节 供区范围	3
一、供区状况	3
二、水源选择	3
三、供区范围	4
第二节 需水分析	4
一、人口饮水	4
二、农业灌溉	4
三、其他用水分析	5
第三节 水源评价	5
一、径流计算	5
二、年内分配	6
三、水量平衡计算	6
第四节 筠连腾达新民供水规模	7
一、供区范围	7
二、需水分析	8
三、水源可靠性分析	9

第二章 小型蓄水工程	10
第一节 前期工作	10
一、简述	10
二、地形条件	10
三、地质条件	11
第二节 护脚式拱坝	12
一、简述	12
二、成型与价值	12
三、布局设计	12
四、坝拱分载	13
五、双拱分载	14
六、拱圈应力计算	14
七、坝的其他设计	14
第三节 筠连维新团平塘护脚式拱坝设计	15
一、简述	15
二、坝拱分载	15
三、双拱分载	16
四、拱端应力	17
五、其他设计	18
六、不加护脚拱的分析	18
第四节 辗压水泥石拱坝	19
一、造型与价值	19
二、设计要点	19
三、施工工艺	20
第五节 筠连五凤小埂上塘水泥石拱坝设计	21
一、简述	21
二、坝拱分载	22
三、水泥石内压力	22
四、后拱分载	23
五、后拱应力分析	23

六、坝工其他设计	24
----------------	----

第三章 小型输水工程	25
-------------------------	----

第一节 输水管材简介	25
------------------	----

一、简述	25
------------	----

二、PE 管 (PP 管)	25
---------------------	----

三、钢丝网骨架聚乙烯复合管	26
---------------------	----

四、无缝钢管 (焊接钢管)	26
---------------------	----

五、不锈钢管	27
--------------	----

六、铸铁管	27
-------------	----

七、FRPP 管 (玻纤增强聚丙烯管)	27
---------------------------	----

八、聚乙烯 (HDPE) 塑钢缠绕排水管	28
----------------------------	----

第二节 管材规格	28
----------------	----

一、PE100 供水管	28
-------------------	----

二、钢丝网骨架聚乙烯复合管	29
---------------------	----

三、无缝钢管	30
--------------	----

四、常用不锈钢管	31
----------------	----

五、球墨铸铁管	32
---------------	----

六、FRPP 管 (玻纤管)	32
----------------------	----

七、聚乙烯 (HDPE) 塑钢缠绕排水管	33
----------------------------	----

第三节 水力计算	34
----------------	----

一、简述	34
------------	----

二、安全饮水工程常用公式	34
--------------------	----

三、农水工程常用公式	35
------------------	----

四、市政给水工程常用公式	36
--------------------	----

五、市政排水工程常用公式	36
--------------------	----

六、局部水头损失	37
----------------	----

七、筠连腾达新民供水管水力计算	37
-----------------------	----

第四节 结构计算	38
----------------	----

一、简述	38
------------	----

二、管道的承载强度	39
-----------------	----

三、钢管应力分析	40
四、镇墩设计	40
五、筠连腾达新民无缝钢管结构计算	40
六、几点说明	41

第四章 软基上的小型水工建筑物 43

第一节 小型溪沟建筑物 43

一、简述	43
二、进水枢纽	43
三、前池（含上水池）	44
四、厂房结构	44
五、溪边厂区的防渗与防洪	45

第二节 泥潭夹石笋上的动力厂房 45

一、简述	45
二、石笋的作用	45
三、石笋四方牛腿设计	46
四、机座扩大板配筋	48
五、泥潭处理措施	48

第三节 砂砾河床上的翻板闸门 49

一、简述	49
二、闸基渗流	49
三、闸坝结构与水力计算	51
四、施工要点	51

第四节 浆砌石挡土墙 52

一、简述	52
二、稳定分析	52
三、施工要点	53

第五章 基层水利 54

第一节 溪沟洪水 54

一、防洪标准	54
二、洪水估算	54
三、洪痕调查推算法	54
第二节 消水洞保护与治理	55
一、简述	55
二、消水洞保护	55
三、治理消水洞	55
四、内陆河治涝	56
第三节 水池	56
一、简述	56
二、水源保障	56
三、防参与地下水位	57
四、浆砌水池	57
五、钢筋混凝土水池	57
第四节 水窖	58
一、简述	58
二、不宜中柱	59
三、高坪槐树水池盖子设计	59
四、池盖开裂问题的预防	61
第五节 小型水利工程的地质勘察	61
一、简述	61
二、软基河堰	61
三、堆石山嘴建拱坝	61
四、河水中的温泉开发	62
参考文献	63

附 工程图例

绪 论

笔者从事水利工作近六十年，从事基层水利工作近五十年，深知基层水利工作有很大的创新前景，特编此书。

一、小型水利工程

根据水利部水利水电规划设计总院编制的《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）中 4-1 工程等别与建筑物级别表，小型水利工程系指水库总库容量 1000 万立方米以下，防洪保护一般城镇与农田 30 万亩以下，治涝 15 万亩以下，供水一般城镇以下，发电 5 万千瓦以下。可是小型水利工程差别很大，如四川筠连县后沟水库 990 万立方米库容也是小型水库，造价高达 3 亿元需中国烟草总公司审批，故该强制性条文中将小型水利工程分成了小一型、小二型。

小一型一切都要求等同大中型工程，按正规基建程序进行规划、测绘、地勘、可研、初设、技施设计等阶段进行。四川筠连县新中国成立近七十年才有第一座小一型工程，基层称它基建水利工程。

基层水利工作者通常把水利工程划分两类：按基建程序上报的为的一类，称基本建设水利工程；而自建的或打捆上报的为二类，称小型水利工程，该书小型水利工程就是按基层习惯的通称，按部规强制性条文是指小二型水利工程，即水库总容量 100 万立方米以下、防洪保护农田 5 万亩以下、治涝 3 万亩以下、灌溉 5000 亩以下、农村供水、水电 1 万千瓦以下。

二、面向基层利于农村

四川筠连县近七十年来，基建水利工程有中型一座、小一型一座，共 2 座。自建的小型水利工程则有小二型水库 11 座，山坪塘上 100 座，小二型水电近百座，渠埝数千条，以数量上计占比高达 99% 以上，查

阅已出版的水利方面的书籍（见参考文献 [4]~[11]），都是针对按基建程序上报的水利工程编写的，论证计算烦琐，强调的是安全，是大、洋、全。

现基层水利工作者承担的工程，大都习惯参照基建水利工程的图纸套用，故给工程造成不少浪费，笔者从事基层水利工作近五十年，为利于农村基层使用特编写此书。

三、水工建筑物

强制性条文把水利工程分为水库、防洪、治涝、灌溉、供水、水电六项，是按效益划分的。如按建筑物划分，可分为由大坝为主的蓄水工程，渠道或管道的输水工程以及厂房、堤防、前池等其他建筑物，本书用三章即第二、三、四章以水工建筑物为主分别论述。

四、基层水利工作

水利工程工作按专业分，有水工、水利、水文、水机、勘测、地质、电气、概算等，而水工专业还可分为大坝、房建、输水工程等，设计单位分工很细，从事基层水利工作则必须各专业都要了解。本书第一章供水规模主要是以水利专业为主，第二、三、四章主要以水工专业为主，而第二章第一节前期工作介绍地形是测绘专业，地质条件是地质专业，第四章以水工专业为主，软基是地质专业，基层水利是各专业的知识集合。

第一章

供水规模

第一节 供区范围

一、供区状况

接手任务后首先要了解供区如下状况。

1. 供水现状

了解供区内现有供水工程、能力、时段缺水情况。

2. 社会经济

了解供区内人口、田、土、牲畜、地方经济状况。

3. 发展分析

分析近十年人口、耕地、牲畜、地方经济发展、缺水可能发生的变化。

二、水源选择

1. 水源选点

水源选择按照从近到远、从高到低的原则，确定几个点，粗略比较一下供水造价成本，同时参考水质、水源保证率而定。

2. 供水路线

从水源到供区选择两个以下的供水路线，从造价、方便施工确定。

三、供区范围

1. 供水沿线的水资源状况分析

为方便施工、方便今后的运行管理，要调查供水沿线的缺水状况，对缺水严重地方，分析可否列入附属供区一道解决。

2. 供区确定

主供区加上附属供区为整个供水区域。

第二节 需水分析

一、人口饮水

(1) 用水定额 $[L/(人 \cdot 天)]$ ：农村 35~75，乡镇 80~130，城镇 110~160，结合当地实情调查确定。

(2) 居民生活用水量

$$V = Xq_1/1000$$

$$X = X_0(1+C_1)^n + X_1 \quad (1-1)$$

式中 V ——居民生活用水量， $m^3/天$ ；

X ——设计用水居民人数，人；

X_0 ——供水范围内的现状常住人口数，人；

C_1 ——设计年限内人口的自然增长率；

n ——工程设计年限，年；

X_1 ——设计年限内人口机械增长总数；

q_1 ——日居民生活用水定额， $L/(人 \cdot 天)$ 。

(3) 公共建筑用水量 可按居民生活用水量的比例，农村 5%~10%，集镇 10%~15%，城镇 10%~25%，调查确定。

二、农业灌溉

(1) 用水定额 ($m^3/亩$ ，1 亩 = 666.67 m^2 ，下同)：田 130~450，

土 20~200, 根据种的植物调查确定。

(2) 灌溉时段

田: 3~7 月, 其中 4、5 月各占 29%, 3、6、7 月各占 14%。

土: 3~7 月, 可均摊。

三、其他用水分析

1. 圈养牲畜 [L/(头·天)]

大牲畜 40~60, 小牲畜 6~16, 具体调查确定。

2. 第二产业

80~100m³/万元, 按产值分析。

3. 第三产业

20~30m³/万元, 按产值分析。

经上分析可得出日供水规模。

第三节 水源评价

一、径流计算

1. 集雨面积 (km²)

用航测图勾绘量算, 也可测绘算。

2. 多年平均流量

(1) 多年平均径流深 可用“水文手册”查对应地的“多年平均径流深等值线图”。也可用当地雨量站的降雨资料算出多年平均降雨量, 乘以多年平均径流系数, 一般为 0.3~0.9, 其随蒸发、植被、土地利用、岩土渗漏性而定。

(2) 多年平均流量

$$Q_0 = 0.0000317h_0F \quad (1-2)$$

$$\text{或 } W_0 = 0.1h_0F$$

式中 Q_0 ——多年平均流量, m^3/s ;

W_0 ——多年平均年径流量, 万立方米;

h_0 ——多年平均径流深, mm ;

F ——集雨面积, km^2 。

3. 设计年平均流量

(1) 年径流变差系数 C_V 查“水文手册”年径流变差系数 C_V 等值级图, 一般为 $0.15 \sim 0.8$ 。

(2) 设计年平均流量 由皮尔逊Ⅲ型频率表, 据 $C_S = 2C_V$ 与 C_V 查所需的 K_P 值。

设计年一般灌溉用 80% , 而人饮用 90% , 小水大多以人饮用为主, 用 90% , K_P 对应查为 $0.81 \sim 0.21$ 。

查出的 K_P 乘以 Q_0 就为设计年平均流量。

二、年内分配

(1) 查水文手册。可查到各地 20% 、 50% 、 80% 的设计年径流年内分配模数。

(2) 用邻近的水文站实测结果排列出 90% 的年, 将这一年内的实测记录代年内分配, 用年平均值比可一道分至日。

(3) 参照就近水利项目的相应频率年内分配成果。

三、水量平衡计算

1. 库损分析

查已有设计资料水库的水面蒸发计算与渗漏估算, 为月库容的 $0.013 \sim 0.017$, 为简化可参照使用。

2. 列表平衡计算

分天然来水、库损、灌溉、人口饮水、牲畜用水、生态用水、得缺、余水, 来核实调节库容与日供水规模。

第四节 筠连腾达新民供水规模

一、供区范围

项目区地处筠连县东北部，位于鲁班山北，属苗汉杂居的少数民族村，辖区面积 9981 亩，耕地面积 2545 亩，森林覆盖率 40%，总人口 4375 人。

该村在海拔为 750m、860m、970m 的三层台地式缓坡上，水源缺乏，各家各户都靠集雨水窖用于生产与生活，近年巡司鲁班山北矿开采，该村为采空区，山沟多处开裂，多个水窖损坏，地表无水资源，遇旱靠镇政府派汽车拖水供人饮用，调查除散居在林中的外，需车拖水供的为 3780 人。

1. 水源选择

煤矿的开采破坏了该村与周边的水资源，就近无水资源选择，经踏勘供水方案只有如下两个，先假设日供水 180m^3 的规模，都设到第一台地 798m 的高程进行比较（见附图 1）。

（1）山下的巡司河 新民村往下经海灯村为巡司河，上水管用 $\phi 89$ 、6MPa 无缝钢管 6km，损失 37m 加高差 396m，需扬程 433m，配备 30kW 的高扬程提水站。

（2）河对门该镇已建好海拔 882m 的一口山弯塘。

用该塘的水需 $\phi 89$ 、6MPa 无缝钢管 9.02km， $\phi 90$ 1.6MPa PE 管 6.1km，自流供水。

2. 方案比较

（1）提水方案 30kW 的高扬程提水站、40kV·A 变压器、泵房、6km 无缝钢管，总造价 75 万元。

折旧 4.2 万元，年大修费 1.1 万元，年管理费 6 万元，年计 11.3 万元，折水价 $1.72\text{元}/\text{m}^3$ 。

加每方水需 5 度电计 $1.65\text{元}/\text{m}^3$ 。

故供水成本 3.37 元/ m^3 。

(2) 调水自流供的方案 共 15.12km, 造价 145 万元。

拆旧 7.3 万元, 年大修 1.5 万元, 管理费 4 万元, 计年 12.8 万元, 供水成本 1.95 元/ m^3 。

经比较采用调水自流供的方案。

3. 线路与供区

(1) 供水线路比较 山弯塘下深沟为原始森林保护区不许穿过, 只有走左、右见附图 1 的两条管路, 右线走千秋、冒水、海灯三个村 16.3km, 有 8km 无机耕道利用。左线走梨坪、小溪两个村, 总长 15.12km, 只有 3km 无耕道利用, 造价明显低, 施工又方便些, 故选左线。

(2) 供区范围 为了方便施工及今后的运行管理, 对供水沿线村要考虑他们的要求, 梨坪、小溪都要求供水但倒虹管不能中途开口, 梨坪在山湾塘另安管取水, 而小溪村缺水最严重的一个组的部分为 120 人, 由新民村倒供得此倒虹管的供水人口定为 3900 人。

二、需水分析

(1) 人口饮水。现供水人口 3900 人, 当地人口自然增长率 3.5‰, 搬出与搬进人相抵为 0, 用水定额日 35L, 工程设计年限 10 年, 代入式 (1-1) 得。

$$X = 3900 \times (1 + 0.0035)^{10} + 0 = 4038 \text{ 人}$$

$$V = 4038 \times 35 \div 1000 = 141 \text{ m}^3$$

(2) 此调水只考虑保 100 亩经济作物, 定额 $32 \text{ m}^3/\text{亩}$, 5 个月均摊。

$$\text{计 } 100 \times 32 \div 150 = 21 \text{ m}^3/\text{天}$$

对于牲畜与其他产业用水, 由当地的集雨工程另行解决, 该管道输水可利用率取 90%, 得此管线日供水规模为

$$(141 + 21) \div 0.9 = 180 \text{ m}^3/\text{天}$$