



全国“星火计划”丛书

李惕先 祁庆和

小型水电站

第二版

水工建筑

小型水电站

第二版

水工建筑

李惕先 胡庆和

水利电力出版社

内 容 提 要

本书是《小型水电站》水工建筑部分的工程技术专著，内容以装机容量不大于25000kW的地区、县级骨干水电站为主，兼顾容量为几百千瓦的农村小水电。

本书较全面、系统地讨论了小型水电站的挡水、泄水建筑物、过坝建筑物、进水建筑物、闸门、输水建筑物、平水建筑物及压力水管。围绕建筑物的选址、选型、合理布置、水力计算、结构计算、安全要求、经济措施以及新技术发展等，较详细地阐明了各种建筑物的技术要求和设计方法，并附有工程实用图表及算例。

本书可供省、地、县各级从事小型水电站建设工作的工程技术人员，以及从事小水电研究工作的科技人员和大专院校有关专业师生阅读参考。

全国“星火计划”丛书

小型水电站

第二版

水工建筑

李惕先 祁庆和

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

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 17.5印张 389千字

1976年5月第一版

1991年2月第二版 1991年2月北京第四次印刷

印数 35431—38110册

ISBN 7-120-01223-1/TV·409

定价：13.10元

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员

杨 浚

副主任委员 (以姓氏笔划为序)

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委员 (以姓氏笔划为序)

王晓方 向华明 米景九 应曰珽

张志强 张崇高 金耀明 赵汝霖

俞福良 柴淑敏 徐 骏 高承增

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

前 言

为了适应小水电建设的需要，水利电力出版社在1976~1983年期间，陆续组织出版了《小型水电站》上、中、下册共五本。其中，上册一本，内容包括规划和水工建筑物；中册两本，内容分别为水轮机和厂房；下册两本，内容分别为电气一次回路和电气二次回路。

十多年来，中国小水电建设发展十分迅速，为了及时总结小水电新技术和更好地满足小水电科技人员的需要，在1976~1983年版本的基础上，重新编写出版《小型水电站》，包括：规划、水工建筑、水力机械、厂房、电气一次、电气二次，共六册。

本书在编写中，引用了1976年版《小型水电站》上册中的部分内容。当年作者在编写和收集资料的过程中，就曾得到有关省、地、县水电部门和电站，以及兄弟院校的大力支持，在此，再次向他们表示感谢。

与1976年版本相比，本书内容变动很大。首先根据水电站建筑物类别，重新安排了全书的章节，其中第三章过坝建筑物、第七章平水建筑物等基本上是新增内容，其它各章内容均有较大的修改和充实。对继续引用的1976年版本的一些资料性内容也作了订正。此外，广东省化州县黄黎明同志、河南省林县水利电力局邢随太同志等，十分热心地为本书提供了新资料、新照片，作者在此特致谢意。

承蒙湖北省水利勘测设计院为本书专门组织了评审。杨浩然高级工程师审阅了第一、八章；原院总工程师陈炎炉技

术顾问审阅了第二、三、四、七章；蒙茂森高级工程师审阅了第六章；苏贵林高级工程师审阅了第五章，他们对本书进行了非常认真、仔细的审核，提出不少宝贵意见，对提高本书质量很有帮助。在此，表示衷心的感谢。

书中的缺点和错误，希望读者批评指正，意见请寄天津大学水利工程系。

作者

1989 年

目 录

前言

第一章概述	1
1-1 水电站建筑物组成	1
1-2 水电站建筑物分类	11
1-3 提高建筑物设计质量的主要途径	14
第二章 挡水和泄水建筑物	20
2-1 概述	20
2-2 重力坝	22
2-3 拱坝	72
2-4 支墩坝	112
2-5 土石坝	120
2-6 硬壳坝	168
2-7 泄水建筑物	172
第三章 过坝建筑物	189
3-1 通航建筑物	189
3-2 过木建筑物	201
3-3 过鱼建筑物	207
第四章 进水建筑物	217
4-1 进水建筑物的作用及要求	217
4-2 进水建筑物分类及其结构、布置特点	218
第五章 闸门和启闭机	252
5-1 闸门	252
5-2 启闭机	267
第六章 输水建筑物	270
6-1 渠道和渠线上的交叉建筑物	270
6-2 输水隧洞	337

6-3 输水管路	365
第七章 平水建筑物	370
7-1 前池	370
7-2 调压室	384
第八章 压力水管	423
8-1 压力水管的类型、供水方式和布置特点	423
8-2 压力水管直径的选择	426
8-3 露天钢管	430
8-4 钢筋混凝土管	456
8-5 分叉管	484
附录	496
附录 I 重力坝的稳定分析和应力计算	496
附录 II 有限元法计算结构应力	500
附录 III 最大允许不冲流速表	508
附录 IV 根据公式 $C = \frac{1}{n} R^y$ 计算的流速系数 C 值表	509
附录 V 管、渠及河道的糙率 n 值表	511
附录 VI U形加筋钢丝网水泥薄壳渡槽槽身 结构计算实例	512
附录 VII 地基允许承载力值参考表	535
附录 VIII 混凝土强度表	536
附录 IX 任意钢筋混凝土标号的 α 值表	537
附录 X 水工钢筋混凝土结构所采用钢筋 的屈服极限表	539
附录 XI 钢筋的标准强度和设计强度表	539
附录 XII 钢筋混凝土偏心受压及偏心受拉构件计算	541
参考书目	549

第一章 概 述

1-1 水电站建筑物组成

在水能转变为电能的过程中，为了尽量减小能量损失，把分散的水流能量集中起来，需修建一系列建筑物。多目的开发的水利水电工程的某些建筑物为各综合利用部门所共用（如挡水建筑物，泄水建筑物等），有些建筑物则是专为某些部门而设置的（如水电站厂房、船闸等）。

对于不同类型的水电站，由于水能开发方式的差异，其建筑物组成也有所不同。

一、坝式水电站建筑物组成

坝式水电站由挡水建筑物集中水头，按照厂房位置又可分为河床式和坝后式两种类型。

1. 河床式水电站

河床式水电站的特点是水头较低（小型水电站一般为2~15m），厂房建于河床并起挡水作用（见图1-1）。泄水建筑物（溢流坝或闸）常布置在河床中部主河槽，厂房位于岸边。在上、下游均应设置足够长的导流墙将厂房和泄水建筑物隔开，以免泄洪时影响发电。

河床式水电站常建于平原河流和灌溉渠道上。当有通航、放筏和过鱼要求时，应另设专门的过坝建筑物（如船闸，筏道，鱼道等）。通常将过坝建筑物布置在厂房的另一岸，以便减少与厂房的干扰。图1-2是四川省巴中县三江水电站枢纽总体布置图，该电站除装3台2000 kW机组外，还装有1台800 kW

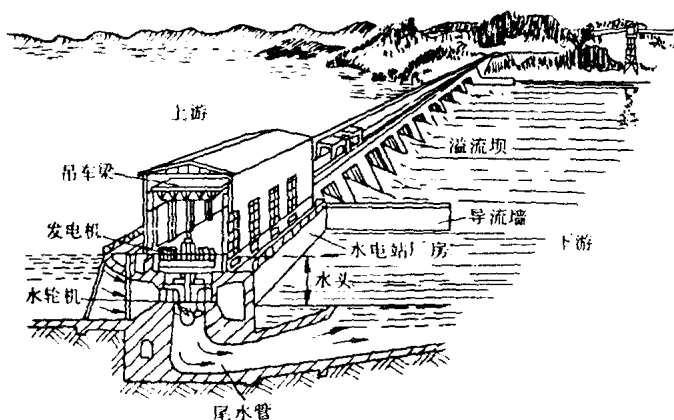


图 1-1 河床式水电站示意图

机组，以满足枯水季节发电需要。主、副厂房及变、配电设施布置在左岸，船闸设在右岸。为防止泥沙淤阻电站进水口，设有拦沙坎和冲沙道。由于河流洪枯水位变幅达28m，故主厂房采用厂房顶溢流封闭式结构。

2. 坝后式水电站

坝后式水电站厂房紧靠（或距离很近）坝下游侧。这类小型水电站的水头变幅一般为十多米到数十米。

图1-3为压力管穿过重力坝进入厂房的图例。坝式进水口每台机组设一个进口，在进水口处设置拦污栅、检修闸门、工作闸门及通气孔。

图1-4为重力坝坝后式水电站枢纽布置图例。图中绘出了全部挡水、泄水和发电专用建筑物。除利用溢流坝宣泄洪水外，还设有4个底孔，泄水底孔还兼作施工导流及放空水库（利于国防和便于水库检修）之用。

图1-5、图1-6是湖北省白莲河水库和富水水库的枢纽布

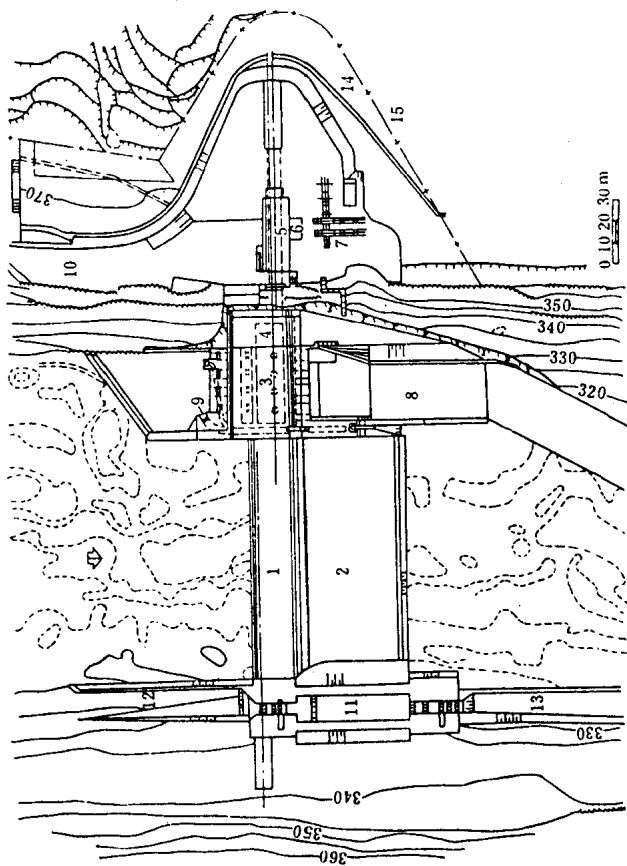


图 1 2 四川省巴中县三江水电站枢纽布置图

1—溢流坝；2—厂房；3—消力池；4—安装间；5—副厂房；6—主变压器场；7—升压站；8—尾水渠；9—冲沙道；10—进厂公路；11—船闸；12—上引水道；13—下引水道；14—水沟；15—石砌围墙

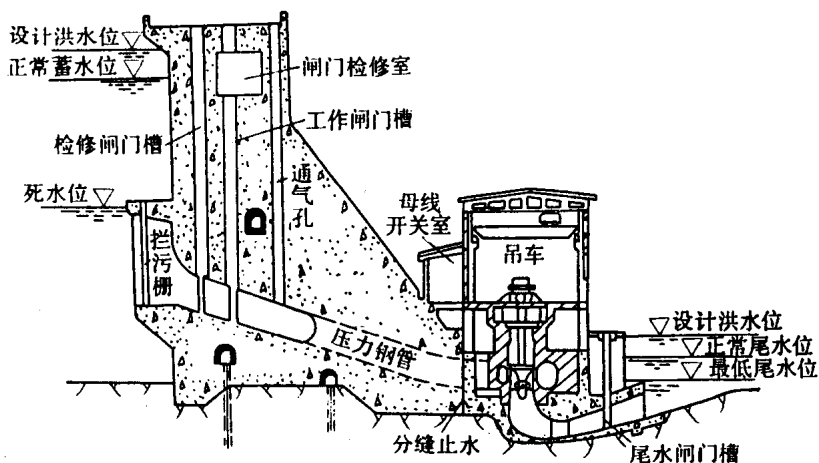


图 1-3 坝后式水电站示意图

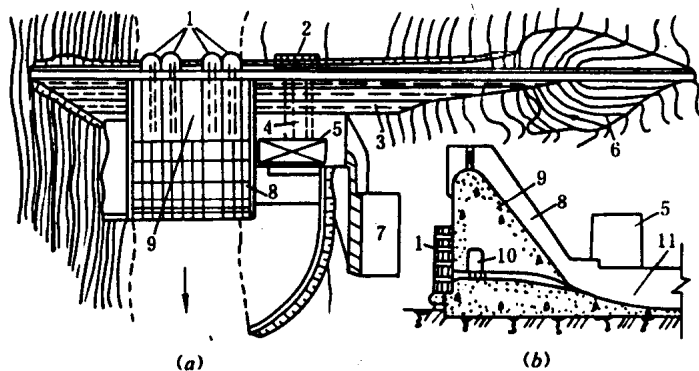


图 1-4 重力坝坝后式水电站枢纽布置图

(a) 平面布置图; (b) 水电站纵剖面图

- 1—泄水底孔拦污栅; 2—电站进水拦污栅; 3—重力式挡水坝; 4—主
变压器场; 5—电站厂房; 6—土坝; 7—开关站; 8—隔墩; 9—溢
流坝; 10—闸门廊道; 11—消能池

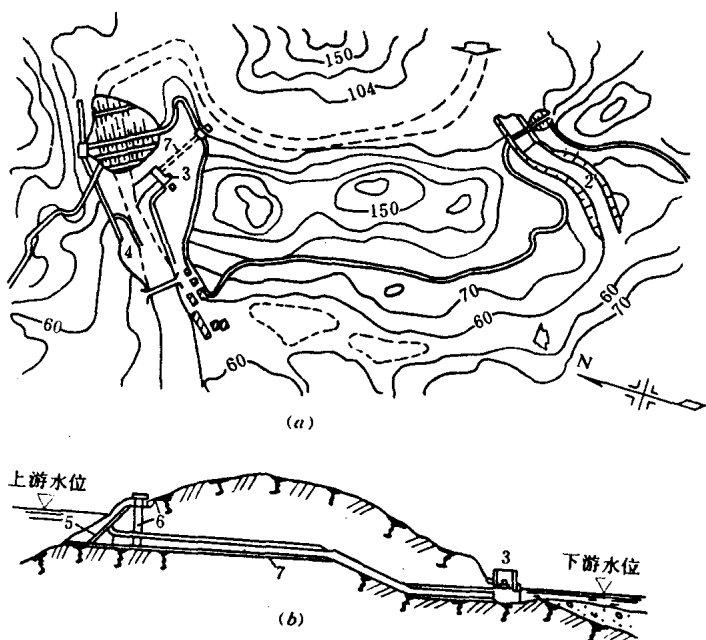


图 1-5 河岸隧洞输水坝后式水电站布置图例

- 1—大坝；2—溢洪道；3—厂房；4—升船机滑道；5—拦污栅；
6—闸门井；7—引水隧洞

置图，并附有发电输水道剖面。两水库均有防洪、灌溉、发电、航运等效益。根据地形、地质特点，分别因地制宜地布置有溢洪道，滑道或升船机、发电建筑物，灌溉引水渠，鱼池、拦鱼网等。就发电输水形式而言，白莲河水电站采用隧洞输水，而富水电站则是采用坝下埋管输水。

图1-7为另一土坝坝后式水电站布置图例，其开发的主要目的是灌溉和发电。为保证土坝安全，除正常溢洪道之外，尚设有非常溢洪道，发电兼作施工导流管的引水管道埋设在

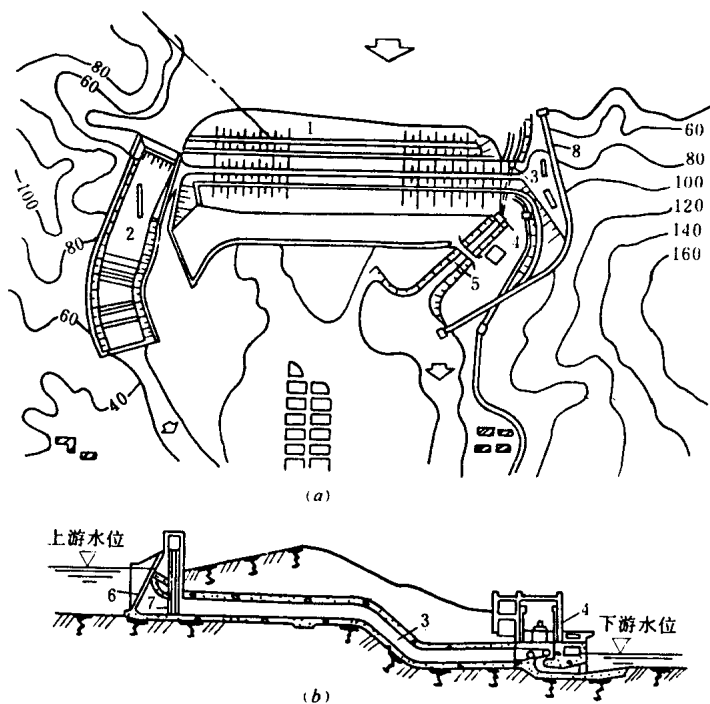


图 1-6 坝下埋管输水坝后式水电站布置图例(一)

(a) 平面布置图; (b) 水电站纵剖面图

- 1 大坝; 2 溢洪道; 3 发电管道; 4 厂房; 5 尾水渠; 6 拦污栅; 7 闸门; 8 过坝滑道

坝下。若采用塔式或岸塔式进水口, 则塔顶启闭室多由工作桥与坝顶或河岸相连 (参见图4-3, b、c)。

二、引水式水电站建筑物组成

引水式水电站的特征是具有较长的引(输)水道, 全部或相当大的一部分水头由引水建筑物集中, 是陡峻山区、大

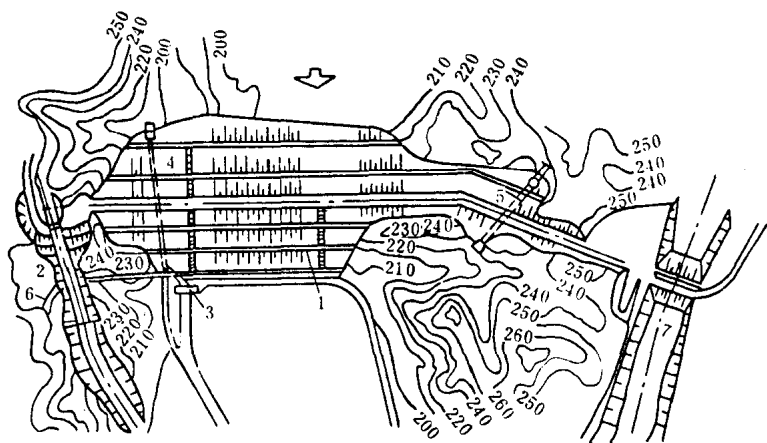


图 1-7 坝下埋管输水坝后式水电站布置图例(二)

1—大坝；2—溢洪道；3—电站厂房；4—发电兼施工导流管；5—东灌溉管；6—西灌溉渠；7—非常溢洪道

河湾及天然瀑布等处建高水头水电站的常用形式。按照水流特点,引水式水电站又可分为无压引水和有压引水两种类型。

1. 无压引水式水电站

图1-8和图1-9均为无压引水式水电站图例。无压引水式水电站建筑物可分为三个组成部分:

(1) 首部枢纽,包括挡水、泄水、无压进水口、沉洪池以及其它综合利用部门专用建筑物等。

(2) 输水建筑物,最常见的无压输水建筑物是渠道(见图1-8)。当输水路线遇高山峻岭时,利用无压隧洞穿山输水往往比明渠输水更为经济合理(见图1-9)。输水建筑物首端与首部枢纽相接,尾部与压力前池相联(见图1-8)。顺应地勢的改变,在输水道上有建渡槽、涵洞、倒虹吸管、桥

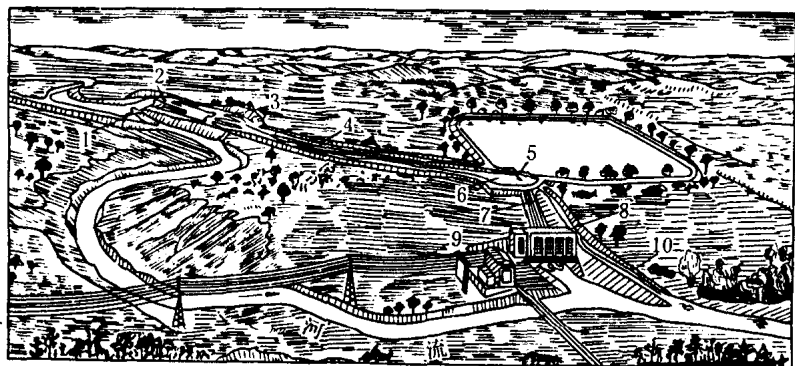


图 1-8 明渠引水式水电站示意图

1—坝；2—进水口；3—沉沙池；4—引水渠道；5—日调节池；
6—压力池；7—压力管；8—厂房；9—开关站；10—泄水道

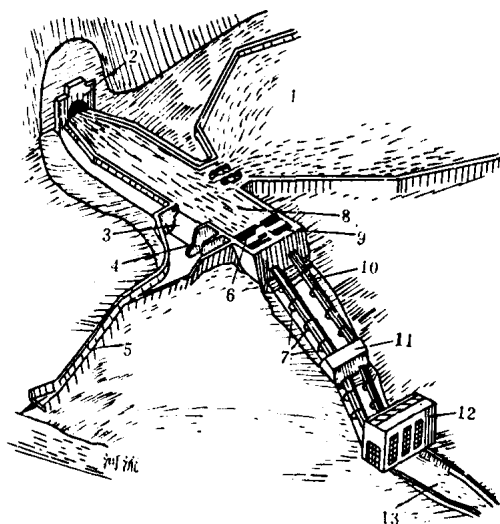


图 1-9 无压隧洞引水式水电站示意图

1—日调节池；2—无压隧洞；3—溢流堰；4—虹吸溢流；5—陡槽；6—进水室；
7—支墩；8—前室；9—闸门；10—压力管；11—镇墩；12—电站厂房；13—尾水渠