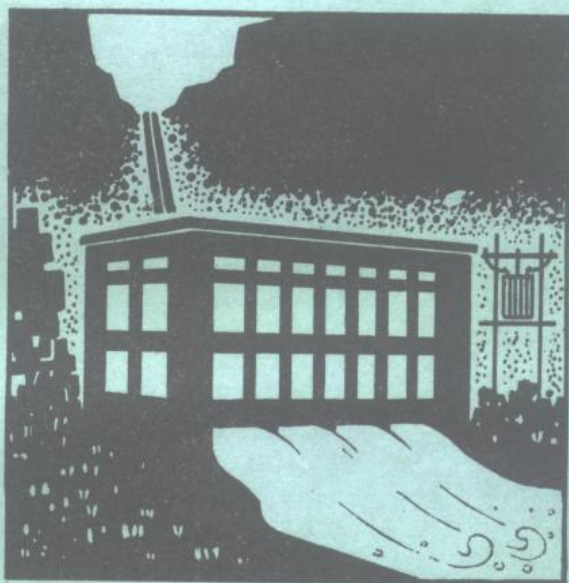


水力发电
技术知识 丛书

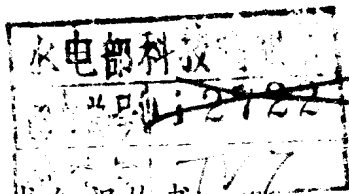
第二十三分册

小型水电站

周 鹏



水利电力出版社



水力发电技术知识丛书

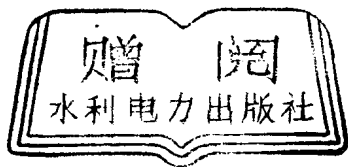
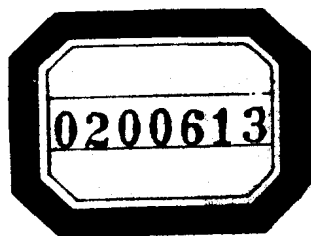


006174 水利部信息所

第二十三分册

小型水电站

周 鹏



水利电力出版社

内 容 提 要

本分册所述范围是单机容量小于6000千瓦、装机容量不大于12000千瓦，主要为县、社服务的小型水电站。书中分别介绍小水电的作用、开发方式、规划和水能设计、主要水工建筑物、主要机电设备及小型水电站的运行和维护。

21157/51

水力发电技术知识丛书

第二十三分册

小型水电站

周 鹏

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4.5印张 97千字

1983年12月第一版 1983年12月北京第一次印刷

印数 00001—10140 册 定价 0.50 元

书号 15143·5311

关于编写《水力发电技术知识丛书》 的说明

为了水力发电战线广大职工学习科学技术，适应现代化水电建设和生产的需要，中国水力发电工程学会组织编写了一套《水力发电技术知识丛书》。丛书是从普及水力发电科学技术知识的角度出发，着重介绍水力发电的基本概念和基本知识。对我国在实践中取得的经验和国外水平以及发展前景也作适当介绍。

读者对象以具有中等学校文化程度以上的各级管理干部为主，使他们能系统地了解水力发电的科技知识，不断提高业务能力和管理水平。对于中等学校文化程度的技术工人，也可通过学习本丛书为学习专业技术打下初步基础，并在工作中不断提高技术水平。对于有某种专业的技术干部，也可了解其他相邻专业的一般知识。

本丛书共分二十五个分册：

- 第一分册 水力发电概况
- 第二分册 水能规划和综合利用
- 第三分册 水能经济
- 第四分册 水电工程地质
- 第五分册 水电工程勘测
- 第六分册 水文测验和水文计算
- 第七分册 坝、泄洪和进水建筑物
- 第八分册 引水工程及发电厂房
- 第九分册 过船过鱼过木建筑物

- 第十分册 水工机械设备
- 第十一分册 水工建筑物的运行维护和观测
- 第十二分册 水电工程的施工组织和管理
- 第十三分册 水工混凝土工程施工
- 第十四分册 土石工程及地下工程施工
- 第十五分册 施工导流工程
- 第十六分册 水轮机和辅助设备
- 第十七分册 发电机和电气设备
- 第十八分册 水电站集中控制、继电保护和自动化
- 第十九分册 机电设备的安装
- 第二十分册 机电设备的运行维护
- 第二十一分册 水电站水库调度
- 第二十二分册 水电站经济运行
- 第二十三分册 小型水电站
- 第二十四分册 抽水蓄能电站
- 第二十五分册 潮汐电站

本丛书各分册承蒙从事水电事业的有关单位和院校的专家教授大力支持，花了大量时间和精力进行编写和审校，特此一并致谢。

《水力发电技术知识丛书》编辑委员会

1982年8月

《水力发电技术知识丛书》编辑委员会

主 任 施嘉炆

副主任 陆钦侃、舒扬荣、刘颂尧

编 委 (按姓氏笔划为序)

于开泉、王伊复、王圣培、伍正诚、冯尚友、

李毓芬、刘颂尧、沈 晋、谷云青、陈叔康、

张勇传、汪景琦、施嘉炆、陆钦侃、唐集尹、

舒扬荣、董毓新、程学敏、杨德晔

前 言

本分册内容是单机容量小于6000千瓦、装机容量不大于12000千瓦的小型水电站。书中分别介绍小型水电站的作用、开发方式、规划和水能设计、主要水工建筑物、主要机电设备，以及小型水电站的运行和维护。

本分册承蒙本丛书编辑委员会副主任陆钦侃高级工程师和舒扬桀教授审阅，并由河南省水利厅涂相乾同志详细校阅。

欢迎广大读者对本书提出批评、建议或其它任何意见。

编 者

1983年3月

目 录

前 言

第一章 小水电的作用和特点	1
第一节 小水电的作用和意义	1
第二节 小水电的特点	3
第二章 小水电开发方式和电站类型	6
第一节 小水电开发方式	6
第二节 小型水电站的类型	13
第三章 小水电规划和水能设计	21
第一节 水资源综合利用规划	21
第二节 基本资料及其整理	27
第三节 小水电的水能设计	36
第四节 小水电的经济计算	47
第五节 小水电与大电网	72
第四章 小型水电站主要水工建筑物	78
第一节 小型水电站的总体布置	78
第二节 挡水和泄水建筑物	80
第三节 引水建筑物	96
第四节 发电厂房	101
第五章 小型水电站的主要机电设备	119
第一节 小型水电站的水轮机	119
第二节 小型水电站的发电机	125
第三节 小型水电站的变压器	126
第四节 小型水电站的电气主接线	126
第六章 小型水电站的运行和维护	129

第一节	水工建筑物的维护	129
第二节	机电设备的维护和提高运行效率的方法	130
第三节	水库合理调度	131
第四节	无功补偿	132
第五节	扩大季节性电能用户	134
第六节	加强科学管理	135

第一章 小水电的作用和特点

第一节 小水电的作用和意义

电力工业是国民经济的“先行官”。能源是我国当前的一个紧迫问题。农村电气化是农业现代化很重要的一个方面，遍布全国的小水电资源是提供农村电力的良好能源。多年来在中央和地方各级领导的大力支持下，调动了地、县、社、队广大群众的积极性，治水办电紧密结合，小水电取得了蓬勃的发展。

到1981年，我国已建小型水电站85000多座，总装机容量为757万千瓦（相当于解放初期全国发电设备总容量的3倍多），为全国水电总装机容量的1/3左右；年发电量144亿度，为我国当年农业用电的30%以上。

在全国2000多个县（旗）中，约有1500个县办起了小水电，其中约有750个县主要靠小水电供电。一些县已形成了小电网，有的还建成了农村区域性电网。

我国小水电资源是相当丰富的，特别是南方诸省雨量丰沛，落差很大，水力条件优越。蕴藏量超过1万千瓦的有1100多个县。因此小水电的开发潜力是相当大的。一个山区县如有1万千瓦的小型水电站，大致就相当于建国初期武汉三镇或西安市的电力装机水平了。

我国办小水电最多的省，是广东省，现已有1万多座小型水电站，总装机容量已超过了120万千瓦。四川、湖南、

广西等省区也超过了60万千瓦。湖北、福建、浙江、云南等省也都在40万千瓦以上。全国除了上海、天津市之外，各省、区都办起了小水电。

小水电的建设，促进了农业生产和县、社工业的蓬勃发展，也为普及文化科学技术，活跃农村政治生活创造了有利条件。很多地区利用小水电，发展了电力排灌，提高了农田抗旱除涝能力，实现了农副产品加工机械化。在边疆、高山地区，小水电对促进当地民族的经济、文化发展，具有更重要的意义。

我国已建成的将近90000座的小型水电站，是我国能源建设中一支可观的力量，尤其是对那些大电网难以到达的边远地区和农村缺电地区。小水电是重要的能源，是对大电网的重要补充。目前，我国农村除了薪柴、煤炭等传统能源，可以利用的其它能源如：沼气、太阳能、风力、地热等都可因地制宜地发展，但要利用这些能源来发电，还不如小水电在技术上成熟，经济上合理。因此，发展小水电的方向是肯定的、现实的。我国小水电建设的成就和经验，已得到国际上的重视，1980年第二届国际小水电会议在我国杭州市召开，并在杭州市设立了国际小水电研究中心。

从我国各地小水电效益的调查情况来看，小水电的作用大致可概括如下：

促进了山区县、社工业化。过去许多山区县都没有什么工业，随着小水电的发展，可以因地制宜办农机、水泥、化肥、造纸、制糖、纺织、电石和木材、食品加工等小工业。一些小水电装机超过10000千瓦的县，每年的工业产值可达几千万元，高的上亿元，每度电的工业产值大致为1.0~3.0元左右。例如湖南省的衡东县，是个只有十来年新

小县，先后建成小水电18000千瓦，1979年发电7000多万度，已经办起县办工业厂矿38个，年产值5500多万元；办起社队企业1400个，年产值3000多万元，占社、队三级总收入的30%以上。因此，在相当多的山区县、社，小水电被认为是农村工业的中心，是社、队工业的强大推动力。

加速了农副业机械化。小水电装机达1万千瓦的县，一般都形成了地方小电网，都有60%以上的生产队用上了电，基本上实现了农副产品加工机械化，把广大农民从一些笨重的劳动中解放出来，尤其是妇女再也不用推碾或用春加工粮食，也不用松枝照明了。

促进了水利化。由于“治水办电紧密结合”，提高了抗洪、抗旱和除涝的能力，实现了电力排灌，促进了农田水利化。

例如广东省恩平县的主要河流锦江得到了综合治理，进行了梯级开发，共建成小水电站130座，装机容量36000千瓦，自流和提水灌溉沿江两岸农田28万亩；电力排水使下游12万亩低洼易涝田，旱涝保收。

推进了农村现代化。小水电提高了农民的物质生活，也丰富了文化生活。有了小水电的山区，大部分社员家里安了电灯和广播，有的城郊农村还有了电视。他们盛赞小水电说：“溪水蹿上山头，科学文化送到地头，工厂建在镇头，电灯拉到床头，喇叭挂到厅头，社会主义大有奔头”。

第二节 小水电的特点

小型水电站的主要特点是建设规模小，工程简单，具有地方特色（如浙江的圪工硬壳坝、四川的浆砌石连拱坝、广

东和湖南的砌石坝等)。小水电设备比较简单,有不少可就近订购,且不需要远距离输电。因此,易于群众自办、自建、自有,就地开发,就地供、用电。

简言之,小水电的突出特点是“小”。就是说电网容量小,发电容量小,负荷小而分散,建筑物和设备小而简单。因此,小水电具有很强的地方性和群众性。规划和建设小水电必须控制规模,量力而行,就地取材,采用适用技术,以内涵扩大为主,随负荷增长而扩大装机规模。小水电可以由个体户或几个户合办,可以由集体或几个村合办,也可与地、县和别的地区合资或联营,分期分批建设,由小到大,由低级到高级。

事实上,我国小水电在国家大力支持下,依靠地方的人力、物力、财力,发挥和调动地、县、社、队群众的积极性而蓬勃发展起来。为了巩固和保护群众这种治水办电的积极性,小水电的建设更要讲究实效,必须按照自然规律和经济规律办事。小水电的规划和设计一定要建立在可靠的水文和用电负荷资料的基础上,力求电力、电量平衡。一定要避免那种片面追求装机容量的数字指标,而不考虑经济效益的现象。因为装机偏大,枯水期发不了电,而汛期洪水忽有忽无,也很难利用,其结果必然是设备利用率低,积压了资金,使计划用电和经济收入都落了空,影响了群众的生产和生活,挫伤了群众办电的积极性。

此外,小水电有小的特点。由于“小”,淹没、浸没问题较少。而大中型水利水电工程由于兴建大坝而发生了淹没和浸没问题,尤其是兴建大型水库。桑田变沧海,自然环境大变样,这样会引起库区周围水文气象、水文地质等相当大的变化。必然会影响鱼类和其它水生动植物和稀珍动植物的

存亡和兴衰，破坏某些自然资源，也影响到附近地区人民的生活环境。因此美国等某些发达的工业国家，有时由于环境保护、天然资源和生态平衡等问题没有解决或没有妥善解决，而被迫停止兴建某些大型水利水电工程。小型水电站工程则基本上没有这些问题。

根据小水电以上的特点，我们必须认真贯彻“自建、自管、自用”的三自方针。

“自建”是指农村小水电建设所需要的资金，主要靠地方、社队自筹，农民集资和劳务投资来解决。国家用长期低息贷款和其他方式给予适当的补助和扶持。一般全部用于发展小水电，实行“以电养电”。

“自管”是指小水电建成后，所有权、管理权归地方、社队和农民所有。在小水电集中的公社和县镇，为了管理方便，可以有自己的供电区，形成农村电网，实行独立核算，自负盈亏。

“自用”是指地方和社队办小水电的方向，应该面向农村和小城镇，主要为农业生产和农民生活服务，不是以向国家电网卖电盈利为主要目的。小水电发出的电力，应该就近供电，就地平衡。当然，如果还有余电，也可以卖给大电网。

思 考 题

小水电的特点和作用是什么？

第二章 小水电开发方式和 电 站 类 型

第一节 小水电开发方式

水电站的出力和发电量是与水头和流量（水量）成正比的。在所开发河流的一定的流量条件下，水头高低是决定性的因素，水头愈高发电能力愈大，而且往往更经济。因此，必须在水电站上、下游集中一定的落差构成发电水头。水电站的开发方式按照集中落差的方式，可分为引水（道）式、堤坝式和混合式三种，后两种具有水库，能起到径流调节的作用。

一、引水（道）式开发

在河流坡降较陡的河段上游，筑一低挡水建筑物取水，通过坡降较缓的引水道（明渠、隧洞、管道等）引水到河段下游，在那里引水道水面高程高于河流水面高程，这就形成了集中落差，即构成了发电水头，称为引水（道）式开发。图 2-1 和图 2-2 是引水式集中落差构成发电水头的示意图。

我国的小水电绝大多数位于山区、半山区，那里的天然河道坡降大，流量小，因此大都采用这种引水（道）式开发。例如我国南方福建省闽清县三港溪二级电站建在天然坡降达 $1/8$ 的山区河段，建造了人工引水明渠，渠底坡降为 $1/1000$ ，则只需建造约 1 公里的明渠就可获得毛水头 124 米左右。由于流量小，所需引水道断面尺寸不大，这样的引水式电站工

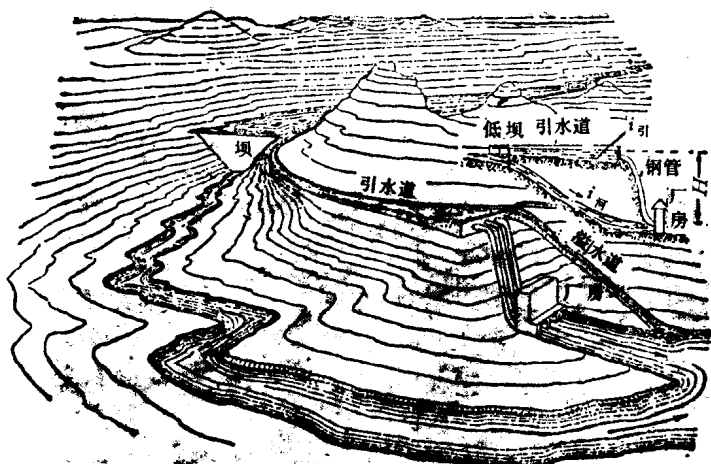


图 2-1 引水式水电站布置图

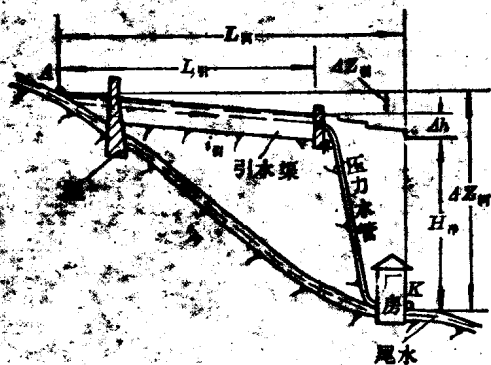


图 2-2 引水式水电站集中落差

程量小，投资少。

位于山区、半山区的水电站，常常利用一根长达几十米，甚至几百米的压力水管引水入厂房，并可由此获得很大的发电水头。图 2-3 所示的海南毛贞水电站，就是这种类型

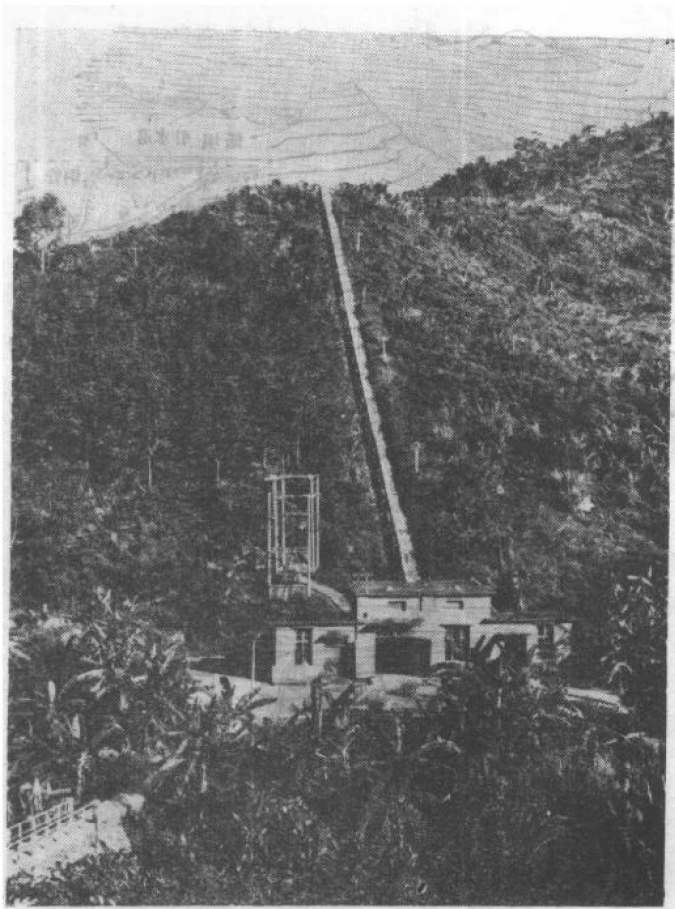


图 2-3 海南毛贞水电站

的电站。照片主要拍摄了这条压力钢管。

二、堤坝式开发

在河流峡谷处，拦河筑坝，在坝的上游壅高水位而形成集中落差，构成发电水头，称为堤坝式开发。