

高等学校交流讲义

水力发电

上册

水利水能规划

天津大学水利系水能利用教研室编

只限学校内部使用



中国工业出版社

本书共分为十四章,主要内容包括流域的开发、水量调节、水库调度,水库及水电站参数的选择及流域综合利用规划等。

本书注意贯彻有关水利水电建设的方针政策,在专业问题的研究和阐述中力求贯彻辩证唯物主义思想;在加强理论的同时,注意联系我国实际,收集了部分有关水利水电方面的新成就及实际资料;注意了这门学科的理论系统性,章节的安排注意到学生的认识规律及与其他课程的衔接配合;考虑到设计的需要,既阐述了设计原理及方法又强调了分析论证的内容及方法,以提高学生的独立全面分析问题的能力。

本书适合于作为高等院校水利系河川枢纽及水电站水工建筑专业五年制或四年制的教材,也可供水利工程设计部门工作人员及水电站运行人员作参考。

水 力 发 电

上 册

水 利 水 能 规 划

天津大学水利系水能利用教研室编

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑(北京阜外月坛南营房)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本:87×109 $2\frac{1}{16}$ ·印张19 $\frac{1}{2}$ ·插页1·字数462,000

1961年9月北京第一版·1961年12月北京第二次印刷

印数3,038—4,117·定价(10-6)2.35元

*

统一书号:15165·895(水电-129)

序

在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，天津大学水利系水能利用教研室在党的领导下，坚决地贯彻了“教育为无产阶级的政治服务，教育与生产劳动結合”的教育方針。几年来我室教师、实验員同志先后参加了水电站生产設計工作，参加了水庫的工程施工。这使学生的毕业設計和課程設計与生产設計紧密地結合起来。同时还进行了水能规划、水轮机、水电站建筑物(水流和結構)等方面的科学研究工作，先后在全国性水利水电科学技术會議上提出了报告。最近根据中国共产党八届九中全会的精神，总结了几年来以教学为中心，教学，生产，科学研究三結合的經驗，对河川樞紐及水电站建筑专业的“水力发电”課程的教学大綱进行了修訂，并編写新的教材。我室几年来在教学、生产与科学研究上取得了很大的成績，这完全是毛泽东思想的胜利。1958年8月13日——这个終生难忘的日子，毛主席来到了我們学校，指示高等学校要抓住三件东西：一是党的领导；二是羣众路綫；三是把教育和生产劳动結合起来。我們遵循着毛主席的指示进行工作，才取得了今天的成績。

編写本教材时，我們力图遵守下列几个原則：

首先，努力加强教材的思想性，我們是满怀热情地介紹了祖国特别是大跃进以来水利水电建設的偉大成就。在編著过程中学习了中央关于水利水电建設方面的指示和首长的报告，根据党的方針政策研究，认真学习着工人阶级的立場、辯証唯物主义的观点和方法論，設計思想和設計方法，并对资本主义反动、腐敗的观点和方法进行了批判。

其次，本教材力求理論密切联繫中国实际，反映最新科学成就，并广泛地收集了国内的有关資料，用典型的实际例子說明研究业务理論。同时在討論設計和計算方法时，也将国内現時采用的好的方法总结、提炼而吸收到教材中。书中还編入了我們教研室师生的科学研究成果，也参考了其他兄弟院校和生产单位、科学研究单位同志們的有关論文。另一方面也注意吸收国外当前的最新成就，特别是苏联在水力发电方面的輝煌成果。值得提出的是Ф.Ф.古宾(Губин)，Н.М.沙波夫(Шапов)，А.А.莫罗佐夫(Морозов)，Т.Л.佐洛塔廖夫(Золотарев)，С.Н.倪克勤(Никитин)等专家的著作对我們的帮助很大。Ф.Ф.古宾专家1959年12月来天津大学水利系指导工作期間，仔細地看过我們教研室所編写的“水力发电”教学大綱，并提了許多宝贵的意見，对提高本书的质量起了很大作用。

最后，考虑到教学上的要求，总结我室近十年的教学經驗，根据認識論的原理，安排了課程的全部內容及其系統。同时，也考虑到教学時間的限制和內容的特点，将一部分內容排成了小号字。当采用本书作教材时，希望各兄弟学校根据具体情况选择讲授。

这本书是在中共天津大学水利系党总支委员会的直接领导下写成的。在編写过程中，經常得到党总支在思想原則上的指示和鼓励，最后党总支書記赵建武同志还仔細地审閱了某些重要章节，从原則到具体都提出了許多宝贵的指示。

本教材的編写方法是：收集資料(結合生产設計和科研成果)、共拟大綱、集体討論、分工編写、反复审查、最后定稿。全书还分別在五年級(水利系1959年級)、四年級(1960年級)試用，同學們提出了不少有益意見，提高了书稿的质量。全书共分三篇，第

一篇是水利水能計算及动能經濟計算；第二篇是流域綜合利用规划；第三篇是水电站建筑物。其中第一篇和第二篇主要由李揚先同志編写。第三篇主要由李大成、王敦华两同志編写。全稿由舒揚榮、張振西两同志审閱。

各章的具体編写人和审核人列在本书下冊(水电站建筑物)的編后記中。在編后記中还列出了主要参考书的目录。

限于我們的水平，这本书一定存在着不少的缺点。我們在今后的工作中还要更加努力地学习毛泽东思想，更加努力地钻研业务，同时也十分恳切地希望使用本书的同志們提出意見，以資修訂。

天津大学水利系水能利用教研室

1961年，6月

目 录

序

緒論	6
一、水能利用发展概况	7
二、苏联水电建设的发展概况	9
三、我国的水力资源和水电事业的发展概况	11

第一篇 水利水能计算及动能经济计算

第一章 河流的开发	19
§1-1 河流的开发原则——水流的综合利用	19
§1-2 防洪的一般概念和防洪措施	22
§1-3 水能计算的基本方程式及水能蕴藏量的估算	23
§1-4 水能开发方式	26
第二章 径流调节	35
§2-1 径流调节的意义	35
§2-2 径流调节的主要类型	36
§2-3 径流调节的特殊类型	40
§2-4 河中水流特性	44
§2-5 水库特性	51
§2-6 洪水调节	59
§2-7 枯水调节——时历列表法	71
§2-8 枯水调节——时历图解法	78
§2-9 梯级水库的调节(时历法)	89
§2-10 径流的补偿调节(时历法)	91
§2-11 调节流量及有效库容的频率	92
§2-12 多年调节计算的统计法	97
§2-13 水量平衡及水量的合理分配	128
第三章 水能计算	132
§3-1 水能计算的目的及任务	132
§3-2 水能计算的列表法	133
§3-3 水能计算的图解法	139
§3-4 水能计算的倒算	143
§3-5 用数学统计法进行多年调节水电站的水能计算	145
第四章 电力系统中的水电站	149
§4-1 电力系统中的电力用户	149
§4-2 电力负荷图	153
§4-3 电力负荷图的编制(静态)	158

§4-4	電力系統的容量	164
§4-5	電力系統的備用容量	166
§4-6	電力系統對水電站的一般要求	171
§4-7	電力系統中的無調節水電站	173
§4-8	電力系統中的日調節水電站	176
§4-9	電力系統中的年調節水電站及多年調節水電站	180
第五章	調配調節	183
§5-1	調配調節的意義	183
§5-2	調配曲綫的繪制	184
§5-3	調配規則	190
§5-4	綜合利用水庫的調配調節	196
§5-5	調配全圖	204
第六章	動能經濟計算及水電站主要參數的選擇	209
§6-1	發電站的基本經濟指標	209
§6-2	水電站的經濟特性	210
§6-3	火電站的經濟特性	219
§6-4	電力系統的經濟特性	221
§6-5	動能經濟計算的原則及其基本方程式	222
§6-6	水電站裝機容量的選擇	226
§6-7	正常高水位(ННГ)的選擇	236
§6-8	水電站水庫工作深度的選擇	244
第七章	方案比較時的政經分析	248
第八章	電力平衡和電能平衡	253
§8-1	電力與電能平衡圖表的編制	253
§8-2	電站的工作位置	254
§8-3	電力與電能年平衡圖表的制訂	264
§8-4	無功功率平衡	268
§8-5	利用平衡圖表對電力系統運轉及容量設計情況的檢驗	269
第九章	規劃水電站時水利水能計算及動能經濟計算的次序	269
§9-1	水利水能計算及動能經濟計算的一般次序	269
§9-2	規劃水電站時水利水能計算及動能經濟計算的簡化	272

第二篇 流域綜合利用規劃

第十章	流域綜合利用規劃的任務	277
第十一章	編制流域規劃時的幾個基本問題	280
§11-1	流域規劃報告應該具體體現黨的有關方針政策	280
§11-2	在規劃工作中必須政治掛帥,加強思想領導	282
§11-3	掌握中心,全面規劃	284
§11-4	流域綜合利用規劃是有生命力的活文件,不是一成不變的死教條	286
第十二章	河流的梯級開發方案及第一期工程的選擇	286
§12-1	河流的梯級開發及第一期工程	286

§12-2	梯級开发的型式	287
§12-3	影响布置和選擇河流梯級开发方案的主要因素	291
§12-4	第一期工程的选择	299
第十三章	相邻河流和流域的利用	301
第十四章	中小型河流流域规划及小型水电站的规划	308
§14-1	中小型河流流域规划的方針及规划原則	308
§14-2	农村小型水电站规划的原則	309
§14-3	小型水电站规划的方法	309

緒 論

水利水电建設是一項改造自然的偉大斗争。解放了的中国人民在党和毛主席的英明领导下，在这項斗争中已經取得了极其巨大的胜利。十年来，在江河治理方面，已經初步制止了严重的洪水灾害。全国各主要河流(包括許多中等河流)均进行了流域綜合利用规划，进行了許多大型水利水电工程建設。在农田水利方面，全国有效灌溉面积三年中(1958年至1960年)增加了3亿多亩。水利建設的巨大成就对保証农业生产起了极为显著的作用。例如1959年，我国中部广大地区受到特大旱灾的威胁，南方和北方一些省分遭到严重的洪水襲击，但是由于总路綫的鼓舞和党的坚强领导，依靠了人民公社的强大威力，依靠历年特别是大跃进以来兴修的大批水利工程的作用，取得了抗旱防洪的胜利。这是党的总路綫和一整套两条腿走路的方針，以蓄水为主，以小型工程为主，以羣众自办为主，以及大中小工程相結合的水利建設方針的偉大胜利。

在水电建設方面，可以說是从无到有，十年来已建成和即将建成不少的水电站，其中包括若干大型水电工程。

随着今后大規模的水利化、大地园林化的实现，我們祖国山河的面貌将进一步改觀。随着今后巨型水利樞紐的完成，配合星罗棋布的中小型工程，我們將完全控制长江、黄河、珠江、黑龙江等大江、大河的水流。以巨型电站为中心的巨大电力系统，将使水、火、风、气、潮等各种电站連結起来，实行城市和农村高度电气化。我国的水利水电事业有着无限广闊的前途。

水利水电建設的領域极其寬广，它与电力、农业、交通运输业等等国民經济部門有非常密切的关系。水力发电課程是研究如何最有效地利用水力資源和最經濟合理地建設水电站的一門专业課。所謂水力資源即蘊藏在河川水流中、海浪里、潮汐里、……的水能蓄量，而水力发电課程的主要研究对象則是河川中的水能。

水电站建設的主要原則是：一、应把整个河流和流域作为研究对象，最有效地利用水力資源。二、水利資源的开发应貫徹綜合利用的原則，在需要与可能的条件下，一个水利樞紐应同时为若干經济部門(例如防洪、发电、灌溉、航运等等)服务。三、水电站应参加到电力系統中去运轉(某些小型电站例外)，水电和火电是各有优缺点的，在电力生产上应相輔相成。一般說来，火电的特点是：造价低，建設時間短，又便于扩建，易于靠近用戶，年利用小时高；但是消耗煤炭多，运轉人員多，成本高，本厂用电量，运轉时起动慢，較易发生事故，設備制造耗用鋼材多，需要很多优质合金鋼，配套很复杂。水电正大体相反：造价高，建設時間长，不能随便靠近用戶，年利用小时比較低，枯水时发电量要减少；但是成本低，本厂用电少，运轉时起动灵活，很少发生事故，設備制造用的鋼材少，基本上不需要优质鋼材，有些部件还可用鑄鉄代鋼，配套也簡單得多。

在安排本課程的內容时，充分地注意到上述各項原則和特点。

把水电站看作生产企业时，我們所注意的是水电站的出力及其所生产的电能，水电站的工作情况及其經濟特性。因此我們應該研究与水电站工作的动能和經濟效益有关的

許多条件，也应该研究水电站工作达到最大国民经济效益的方法。

苏联和我国的水电建设实践都证明：脱离流域综合利用的全面规划，就不可能充分、合理地利用水力资源。因此，我们在本课程内也研究有关流域综合利用规划的原则和方法，并着重地讨论了河流的梯级开发、第一期工程的选定以及相邻流域的利用等问题。

一般说来，中国河流的洪水灾害是比较严重的，防洪问题也就显得特别重要。防洪与兴利如何结合，不但是一个技术问题，而且是一个重要的政治经济问题。为此，本课程也涉及到防洪的各种措施以及利用水库调节洪水的方法。

所有上述问题构成了水电站课程的第一篇“水利水能计算及动能经济计算”和第二篇“流域综合利用规划”。

把水电站看作是建筑物和设备的综合体，我们所注意的是关于各个建筑物和设备的型式、构造及合理的布置方案，并研究其水力特性、经济特性及结构特性，也研究某些水力计算、结构计算及动能经济计算的方法。

所有这些问题构成了水电站课程的第三篇“水电站建筑物”。

课程中强调了水利综合利用的原则，并注意到农村小型水电站建设的一般性问题。

在某些章节中，也谈到水电站运转的某些问题。这些内容只是作为水电站设计和建筑工作者所必备的知識而介绍的。

水电站课程的三篇内容之间有着十分密切的关联。同时，与其他某些专业课和基础技术课(例如水文学、水力学、工程力学、工程地质、水力机械、电气设备及水工建筑物等)有关。

一、水能利用发展概况

人类利用自然力量的初步尝试是利用家畜，其次是利用机械，第一座机械原动机就是利用水力的机械。

二千年前在埃及、印度和中国就开始有水车、水磨等。

我国最早的关于利用水力机械的文字记载出现在汉朝，距今已有一千九百年。

我国古代的水力机械主要有下列数种：

1. 水碓——利用水力来舂米，又叫做水舂(见图緒-1)。
2. 水碾——利用水力来碾米(见图緒-2)。
3. 水磨——利用水力来磨粉(见图緒-3)。
4. 水车——利用水力来车水灌田(见图緒-4)。

俄国在早期的文字记载中即已提及水磨，在十四至十五世纪的文献中，提及水磨的地方更多。在十六世纪，莫斯科的聶格格那河及雅烏茲河上已有很多水磨，同时也有利用水力带动大锤打铁和制造纸浆的水力站。十八世纪中叶，仅在烏拉尔就有150个以上的工厂都利用了水力机械，并出现了阶梯式水力装置，直径达17米。

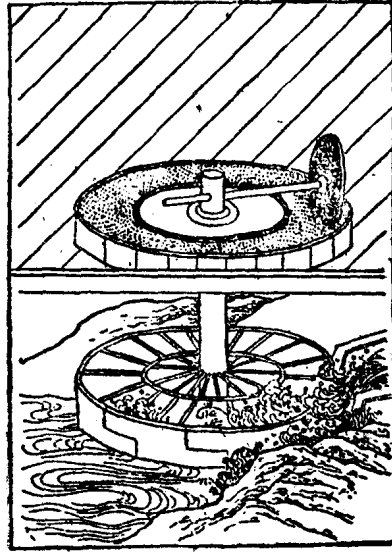
法国在六世纪已开始建筑水磨。至今在蒂洛尔地方还可以看到1097年凿在岩石上的渠道遗迹，此渠道所造成的水头有40米。

欧洲在十五、十六世纪由于手工业工场的发展，利用水力更形普遍，如有浮动抽水站和水力织布机等。

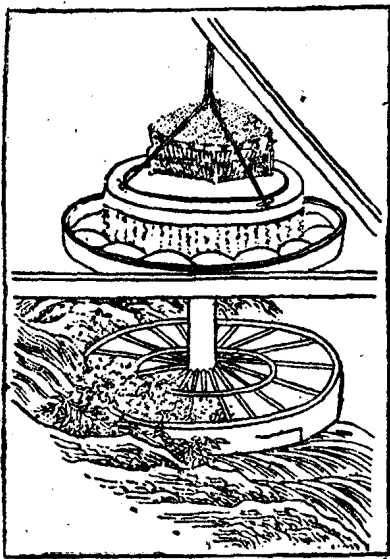
西方资本主义国家在早期的水力利用方面，比我国要落后得多。



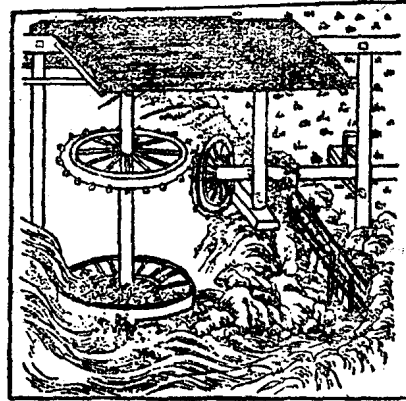
图緒-1 水碓



图緒-2 水碾



图緒-3 水磨



图緒-4 水車

最近代的水力原动机——水輪机的科学理論，是在十八世紀由著名的数学家欧拉在俄国科学院工作时創立，而从水輪机科学理論出現到真正水輪机做成，却經過了一百多年。第一个水輪机是在十九世紀中叶在俄国由薩福諾夫做成，其后不久在法国出現富尔涅龙和郎尔的水輪机。随后，美国造成法兰西斯水輪机，約在八十年以前造成了新式結構的冲击式水輪机；在四十多年以前，捷克造成了第一个旋桨式水輪机。

在十八世紀中叶，水力原动机在工业中占着重要的地位。自从蒸汽机发明后，水力原动机的地位就被蒸汽机所代替了。这是由于那时候还没有发明发电机，各种水力机械都是直接推动各种生产机械(如磨面、車水等)。这种不发电的水力机械，不但力量小，效率低，而且不能傳送到較远的地方，工場和作坊只能建在水磨的旁边，能建水磨的地方往往交通不太方便，而蒸汽机却可以安装在任何方便的地方。

自十九世紀中、末叶，电气技术开始迅速地发展，因而改变了上述情况。

1874年毕洛茨基在彼得堡进行了在一公里的距离上輸送电能的第一次試驗。1882年得普萊完成了輸送直流电到慕尼黑的試驗。天才的恩格斯对輸电远景做了評論，他于1883年这样写着：“德普萊的最新发明是将高电压的电流，在比較小的电能损失情形下，能够用普通的电报綫作远距离的輸送，并在終点加以利用。……这个发明彻底地把工业几乎由所有的地域条件的限制中解放了出来，同时也使利用最遙远的水力成为可能。假如这个发明在初期仅对城市有利，那么它終究会成为消除城乡对立的最有力杠杆。非常明显，由于这个发明，生产力将增长到使资产阶級对于生产力的管理愈来愈无能为力了”^①。

随着电机及高压輸电綫的出現，水能利用具有无限广闊的前途，在全世界的电力供应中水电站占据了越来越显著的地位，廉价的水电对工业的发展起着促进作用。要利用丰富集中的水能，就必须延长輸电綫，并增大其容量，这些都要求升高輸电的电压。在苏联由伏尔加河各大型水电站向外輸电采用了400千伏的电压，西伯利亚河流上大型水电站进行了关于利用百万伏直流輸电的科学研究。

由于中高水头的水电站能够利用尺寸較小的引水建筑物及水輪机获得巨大的出力，因此得到特別迅速地发展。由于轉叶式水輪机广泛的采用，因而有效地利用了平原河流的能量。

全世界水力資源的总蘊藏量目前还没有統一的数字，有人估計为20余亿瓩，也有人估計为50余亿瓩，根据苏联的估算为37.5亿瓩(按河流平均流量計)。其中以亚洲为最丰富，非洲、南美洲次之。

世界水力发电站建設的速度，在第二次世界大战以前，每年新建水电站容量大約为150万瓩。到第二次世界大战以后，每年新增水电站約400万瓩。战后，苏联展开了大规模的水电建設，在世界水电建設中居于极重要的地位。第二次世界大战后，获得了解放的东欧人民民主国家，在水电建設方面也有巨大的发展。

苏联和我国都具有广大的領土面积和巨大的河流，是世界上水力資源最丰富的国家。

目前苏联在西伯利亚安加拉河和叶尼塞河建設着的布拉茨克(450万瓩)和克拉斯諾雅尔斯克(500万瓩)水电站和我国大型水电站，标志着水电站为社会主义、共产主义建設服务的新发展。

二、苏联水电建設的发展概况

早在偉大的十月社会主义革命之前，在俄国工程师的思想里就已产生了利用水能的有趣的設計，但是在帝俄时代这些設計是不可能实现的，在沙皇俄国只有78个小水电站，全部容量为8398瓩。

列宁在提交科学院的“科学技术工作計划草稿”中指出：“注意水力和风力发动机及其在农业中的运用”。^②

1920年根据列宁的指示，拟定了全俄电气化計划，这个計划規定在15年中要建設30

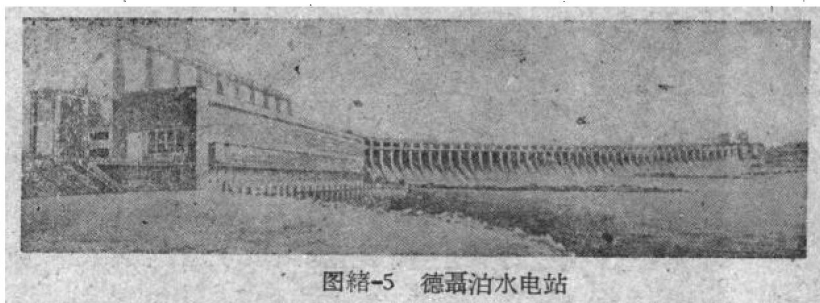
① 斯·弗·謝尔甫夫著：“列宁斯大林的苏联电气化”中譯本，第一頁，燃料工业出版社，1954年。

② 見列宁全集27卷，中譯本297頁，人民出版社，1958年。

座新型发电站，其中有9座水电站，在規定投入運轉的175万瓩中，水电站有51.5万瓩。全俄电气化計劃貫徹了列宁关于最大限度地利用水力資源的指示。

到第一个五年計劃开始时，已經有9座水电站投入運轉，总容量約10万瓩，开始建設的新水电站有下斯維爾水电站及德聶泊水电站等。容量为116000瓩的下斯維爾水电站在1927年开始施工，这个水电站建筑在軟弱的粘土层上，因而发生了两个工程技术派別在原則上的大爭論，但在党的直接支持下，苏联工程师們战胜了当时充当顧問的墨守成規而专打功利算盘的外国資产階級工程师。在技术士出色地解决了从未有过的新問題，即由于考虑到軟基的不均匀沉陷，預先把机組的軸傾斜一定的角度，到电站運轉后恢复到垂直部位的預期結果。1927年开始了举世聞名的德聶泊水电站的施工，在这个工地上采用了大量的現代化建筑机械和运输工具。在工程进展中虽曾遭受到美国、德国工程师們的多方破坏，但由于苏維埃政府的經常关心和全力支持，展开了劳动竞赛，貫徹了边学边作的方針，結果提前两年发电。斯大林把德聶泊水电站称为人民的創造和驕傲。

在第一个五年計劃中，提前一年完成了全俄电气化計劃所規定的指标。当时区域电站的容量为286万瓩，其中水电站約为43万瓩。欧洲最大的德聶泊水电站（見图緒-5）也投入試運轉。



图緒-5 德聶泊水电站

在第二个五年計劃中，电气化的发展得到了更大的跃进，到1935年投入運轉的19座水电站的总容量达75万瓩。在第二个五年計劃中总共建成了22座水电站，总容量为52万瓩。

在被战争中断了的第三个五年計劃中，投入運轉的有伏尔加河上的二座水电站——烏格里奇水电站、巴克山水电站及貝尔契克河上的共青团水电站等。

在偉大卫国战争的日子里，水电站常常是唯一的或主要的供电电源。在战争时期，虽然情况非常困难，仍然繼續建筑着水电站并大力恢复被毀坏的水电站。

战后第一个五年計劃，恢复了包括德聶泊水电站在內的6座水电站，新建13座大型水电站，共有230万瓩投入運轉，此外还有总容量約100万瓩的小型水电站。

第五个五年計劃时期是苏联水电站建設以空前巨大規模发展的时期，規定五年中发电量增加80%，其中水电站的容量增加两倍。这个时期大型水电站投入運轉的容量約为191万瓩，这个时期水电站建設的重点是开发伏尔加河最重要的两大梯級——古比雪夫（210万瓩）和斯大林格勒（原設計为231万瓩，后增加到253万瓩）水电站，其中古比雪夫水电站已于1957年10月全部投入運轉，斯大林格勒水电站1959年6月已投入103.5万瓩。这两个水电站全部建成后，每年可節約1300万吨燃料，另外还可灌溉1400万公頃的田地，

并改善伏尔加河的航运。

第六个五年计划的水力发电能力将增长 1.7 倍，计划中最令人注意的是安加拉河和叶尼塞河上的布拉茨克(450万千瓦)和克拉斯诺雅尔斯克(500万千瓦)两个巨型水电站，其中布拉茨克水电站已于1954年开工，计划1961年投入运转。由于地形地质条件的有利，这两个水电站的造价比较低廉。

随着苏联水电建设事业的发展，同时培养了大批具有高度水平的水电建设人才，创造性地解决复杂的技术问题，使苏联水电建设技术居世界第一位。

三、我国的水力资源和水电事业的发展概况

中国是世界上水力资源最丰富、最优越的国家。1955年原水力发电建设总局按照世界上通用的估算水力资源的方法估算了全国较大的河流一千五百九十八条，初步得出我国水力资源的理论蕴藏量(按平均流量计算)约为五亿四千万瓩。

我国有世界第一的大高原(青藏高原)，有充沛的雨量(面临太平洋)，并有許多巨大的河流，这些都是造成我国水力资源丰富的有利条件。

西南是我国水力资源最丰富的地区，那里有很多大河流和大山。长江的上游金沙江、通天河和长江的許多大小支流以及它的支流的支流如嘉陵江、乌江、岷江(和它的支流大渡河)、雅砻江等等都蕴蓄着大量的水力资源。

西北的水力资源主要在黄河中、上游。此外，甘、青、新内陆水系及其它一些内陆河流也可以进行水力开发。

中南主要的水力资源在长江和它的支流如湘、资、沅、澧、汉水、赣江等。南方还有珠江。

华北的水力资源除黄河以外，还有从太行山脉流向华北平原的若干河流，如永定河、拒马河、滹沱河、漳河等等。黄河的三门峡也是一个大水电站地点。图6-6是三门峡水利枢纽全景模型图。

东北的水力资源在松花江(和它的支流嫩江、牡丹江等)、鸭绿江(和它的支流浑江)、辽河(和它的支流太子河、浑河)、图们江、黑龙江等。丰满水电站就在松花江的上游。

东南沿海丘陵重迭，雨量丰沛，但河流比较短。水力资源亦很丰富。台湾的水力资源相当丰富，主要河流都在西部和北部，其中较大者有淡水河、大安溪、大甲溪、大肚溪、浊水溪、曾文溪、下淡水溪、宜兰浊水溪等；东岸河流较少，较大者有花蓮溪、秀姑巒溪、立雾溪等；河流流量的季节变化受雨量影响，东北部河流包括淡水河系各支流以及宜兰浊水溪在内，各月流量分布相当均匀。台湾河流的特点是河道分散而且众多，各河流域面积不大，流量较小，但河床坡度很陡，山区河流水面坡降都在 1/100 以上，因此适宜于建造引水道式或混合式的高水头水电站。



图 6-6 三门峡水利枢纽模型

淮河的河道較平，水力資源較小，但結合治淮工程，也建有一些較小的水电站。
我国各水系的水力資源蘊藏量如表緒-1所示。

表緒-1 我国各水系水力資源蘊藏量表

水 系	蘊 藏 量 (10 ⁶ 瓩)			占有百分比 (按Q _{平均} 計算)	备 注
	Q _{95%}	Q _{50%}	Q _{平均}		
全国总数	94.07	345.22	544.51	100.00	
长江水系	42.19	144.91	217.15	39.9	
西藏水系	16.46	70.45	117.27	21.5	
西南国际水系	12.32	53.61	90.69	16.67	
黄河水系	8.53	24.00	32.74	6.01	
珠江水系	4.57	16.54	28.55	5.24	
东南沿海及台湾水系	3.83	12.42	20.46	3.76	
东北水系	1.35	9.77	18.90	3.47	
甘青新内陆水系	4.61	12.7	17.53	3.22	
海河水系	0.21	0.81	1.22	0.23	

我国的水力資源除了蘊藏丰富以外，还有以下几个特点：

第一、水力資源在地区的分布上很有利，許多巨大的水力資源都位于人口稠密地区的附近，如：黄河的三門峡、刘家峡，四川的龙溪河、大渡河、岷江，浙江的新安江和东北的一些河流等等。在江苏、安徽、山东等少数省分沒有較大的河川水力資源，但是，这些省分都邻近海岸，可以开发潮汐电站来弥补不足。

第二、許多水力資源都有巨大的綜合利用效益。

首先洪水灾害是我国广大土地上自古以来存在的問題，几乎全国所有主要河流的下游都有不同程度的洪水威胁。黄河的决口改道，淮河、海河、松花江和辽河等的氾濫灾害是有名的。这些河流成灾洪水发生的次数頻繁，每次灾害損失巨大。解放以后，历史上惨重的灾情沒有重演，但洪水威胁仍然极其严重地存在。

我国河流开发的另一个重要問題是灌溉。由于雨量分配不均匀，往往不能及时保証农业生产的用水需要，几乎全国各个地区，特别是西北和华北都容易发生程度不同的旱灾。大、小水庫的修建同时可以解决农业用水。

此外，在航运、城市和工业供水以及漁业生产的发展等方面，也都是河流綜合开发中可以同时解决的問題。

由于水力資源的开发同时滿足了国家当前迫切的防洪、灌溉、发电、航运和供水等方面的要求。因此就可以用最經濟的投资取得国民經济各有关部門最大的綜合效益。

第三、我国許多河流的地形、地质条件对水力資源的开发特别有利。許多水力地址位峡谷地区，落差大而集中，往往可以用較小的工程量得到很大的发电量。这样就奠定了我国水电站造价低廉的先决条件。因此，在我国大量发展成本低廉的水电，能促进耗电工业的发展(指生产过程中消耗大量电能的工业)。反过来，耗电工业的发展可以最好地同水电結合，能够在短期內使水电站的容量充分發揮作用，并且可以設法利用水电站在洪水和丰水时期的季节性电能。

我国修建水电站也存在一些不利条件：如洪水和枯水流量相差悬殊，需要較大的水庫才能获得比較稳定可靠的出力；某些地区石灰岩和喀斯特溶洞比較发育，地质条件較

复杂；水庫淹沒及移民問題和一些河流的泥沙問題等。但从目前条件来看，这些問題都能得到合理解决。

面对着这样丰富和优越的水力資源，我們的祖先早在二千年以前，就利用简单的机械来發揮水力的作用，利用河流中的急流和跌水以木制的水力机械获得动力，代替了一些繁重的体力劳动。如前面所說的当时制造的水力机械有水碓、水碾、水車、水磨等，但是在长期封建統治下，劳动人民的創造和发明得不到支持，二千年来对水力的利用并没有得到应有的发展。

国民党反动政府十余年来共建了十几座小水电站，总容量不过1.2万瓩，最大的一座容量也只有3,000瓩(被日本帝国主义长期統治过的东北除外)。

解放后，首先修复和改建了东北的丰满和鏡泊湖水电站，也修复了西南地区被国民党反动政府破坏了的一些小型水电站。在丰满水电站的改建工作中，我們学习了苏联許多大型水电站施工的先进經驗，同时进行了苏联最新式的自动化的水輪发电机的安装。

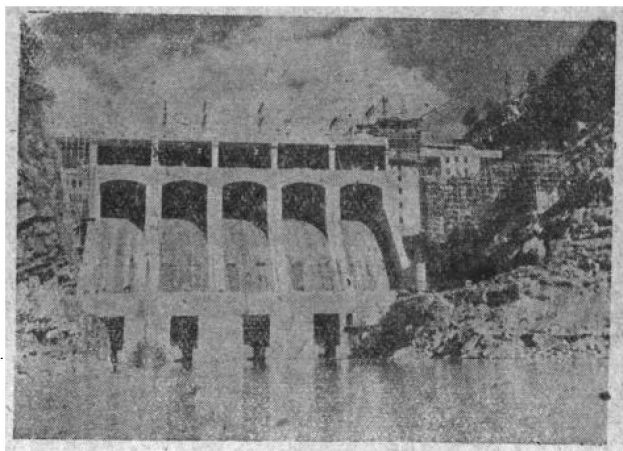
我国发展国民經济的第一个五年計劃开始以后，水电建設有了迅速的发展。在第一个五年計劃期間，总計新建和改建水电站26座，其中投入运轉的共11座新增的总装机容量为旧中国四十年間所建造的水电站总装机容量的数十倍。

这些水电站分布在全国各地，其中有我国第一座具有坝內式厂房的上犹水电站(图緒-7)和具有巨型堆石坝的獅子滩水电站(图緒-8)；在新疆維吾尔族自治区已經建成了烏拉泊水电站(图緒-9)。

在西藏拉薩，也建成了第一座水电站(图緒-10)。此外还有結合防洪而兴建的官厅水电站(图緒-11)和佛子岭水电站(图緒-12)；1912年建成的云南石龙坝水电站，在四十年后的今天进行了根本的改建。

在第一个五年計劃期間开工的水电站还有三門峽等大型水电站，和黄坛口、六郎洞、流溪河(見图緒-13)、梅山、响洪甸、磨子潭、南湾、引黄、廻龙寨和下碛扩建等十二个中型水电站。

在第一个五年計劃期間，进行了大量勘测設計工作。普查了大、中、小河流，到1957年底基本上完成了全国主要河流的普查工作。1955年重新估算了我国的水力資源，証明我国是世界上水力資源最丰富的国家之一。



图緒-7 上犹水电站

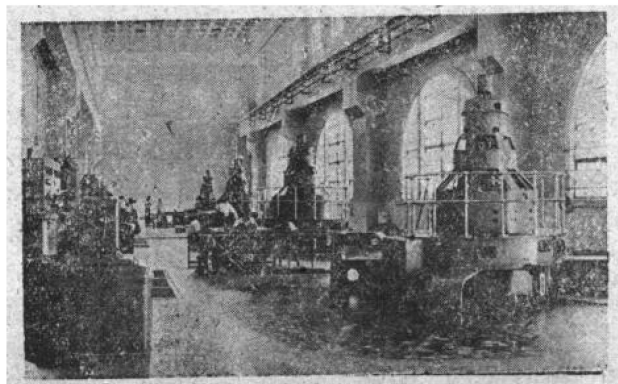


图 緒-8 獅子滩水电站厂房内景

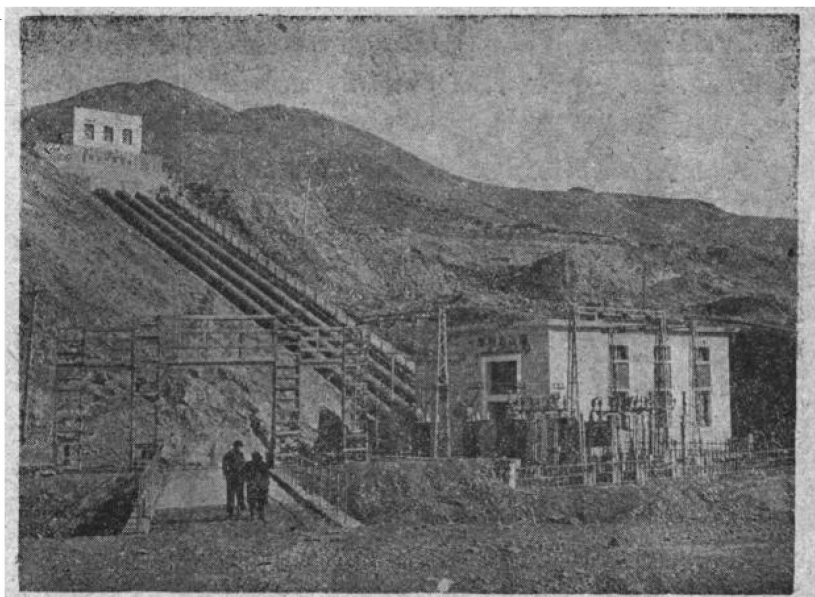


图 緒-9 烏拉泊水电站



图 緒-10 西藏拉薩奪底水电站

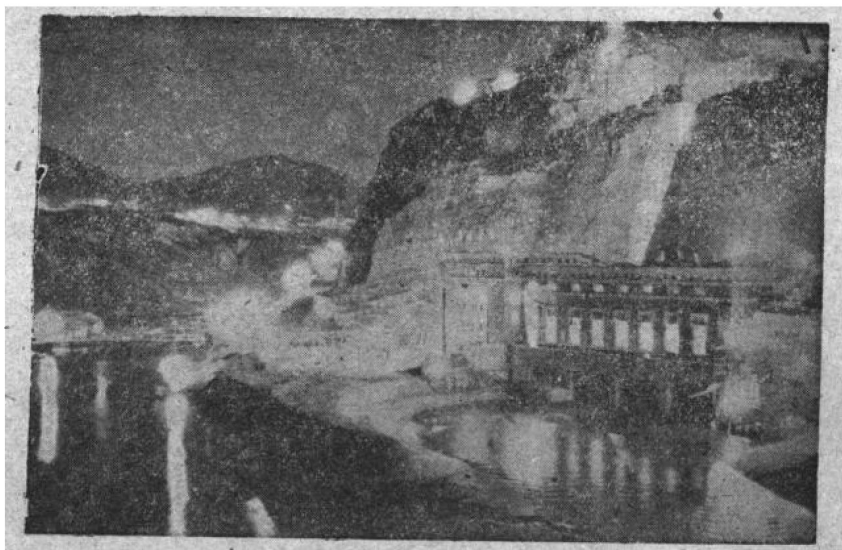


图 緒-11 官厅水电站夜景

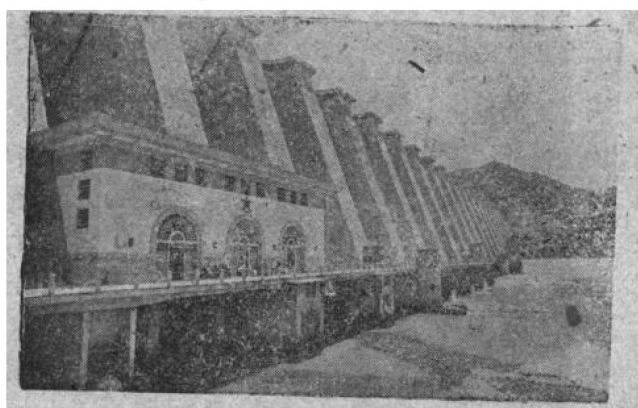


图 緒-12 佛子岭水电站

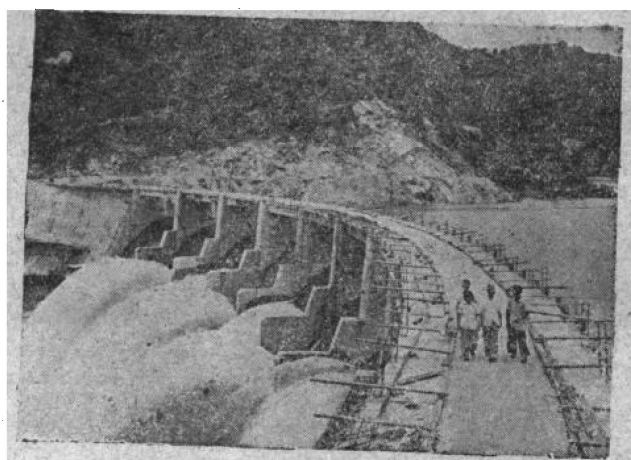


图 緒-13 流溪河水电站拦河坝泄洪情况