

水利水电工程

经济分析与计算

07.937

大连工学院出版社

内 容 简 介

本书共分六章。内容包括水利水电事业与国民经济的关系,水利水电工程经济比较原则与方法,以发电为主的综合利用水利枢纽费用分摊经济计算,水电站群参数选择优化计算,水利水电工程方案优选时的综合分析,与模糊综合经济评价简介,水利水电工程的环境问题及经济运行等。

本书可作为水利水电工程建筑专业的必修或选修课教材,还可供从事水利水电工程规划设计的工程技术人员参考。

水 利 水 电 工 程 经 济 分 析 与 计 算

李彦硕 编 著

责任编辑 许芳春 责任校对 孙心伟

大 连 工 学 院 出 版 社 出 版

大 连 北 海 印 刷 公 司 印 刷

辽 宁 省 新 华 书 店 发 行

开本787×1092 1/16

印张6 9/16 字数 140千字

1986年5月第1版

1986年5月第1次印刷

印数 3,000册

书号 7400·3

定价 1.15元

前 言

党的“十二大”报告中提出：“从一九八一年到本世纪末的二十年，我国经济建设总的奋斗目标是，在不断提高经济效益的前提下，力争使全国工农业的年总产值翻两番”。这是一个宏伟的战略目标。报告并提出在今后二十年内，把农业、能源和交通、教育和科学作为经济发展的战略重点。

水利水电事业与农业、能源、交通、工业生产以及防洪、防涝等都有着密切的关系，因此在此期间要新建包括长江三峡枢纽在内的大量水利水电工程。在规划新工程时，要对各种可行性方案进行技术经济分析比较，在初步设计阶段，要对水库参数（如正常蓄水位、工作深度和装机容量等），进行经济论证，努力提高投资效果，节约资金，选择最佳方案。在管理运行现有的水利水电工程时，更要研究经济效益问题。要搞好工程维修，降低成本，最优调度水库，不断扩大经济效益，为国家创造最大的积累和利润。随着大量水利水电工程的修建，对较复杂的水电站群规划、设计和运行，还要逐步采用系统工程方法进行优选方案和决策论证。为完成以上任务，要有符合我国社会主义特色的技术经济分析比较准则，要研究社会主义计划经济为主的经济规律，运用这些规律制定有关经济政策，通过政策不断提高劳动者的积极性和劳动生产率，创造高度物质文明和精神文明的社会主义社会。

水利水电工程建筑专业的本科大学生，是未来水利水电工程设计、施工和管理的技术骨干力量，因此应增学一些水利水电综合利用工程经济分析与计算方面的知识。本书的前身是1983年编写的讲义，经过两年的教学实践，这次作了较大的修改和补充，引入了我国颁布的暂行有关规程，努力作到理论联系实际。为便于自学，本书着重基本概念论述和基本公式推导，并配以实例。又由于本学科正处在发展阶段，希望学习本书采用“引路—研究—创新”的学习方法。由于内容较多，掌握的资料还不够，不足之处，有待今后补充修正。

李彦硕

1985.8.4

目 录

前言	1
第一章 水利水电事业与国民经济的关系	1
§ 1 以发电为主的综合利用水库	1
§ 2 各综合用水部门的用水特点	1
§ 3 水能在能源生产中的地位及开发政策	5
§ 4 水利水电工程的技术经济指标及其目前现状	9
作业一	10
第二章 水利水电工程经济比较原则与方法	13
§ 1 几种资金时间价值的计算方法	15
作业二	17
§ 2 水利水电工程考虑时间因素的几种经济比较方法	18
作业三	20
作业四	22
§ 3 水电站可行性研究阶段的“内部经济回收率”比较法	26
§ 4 对运转多年的水利水电工程经济效益的核算	31
作业五	40
§ 5 几种动态经济比较方法的差异及其间等效关系的讨论	41
§ 6 水利水电工程财务分析与计算简介	43
第三章 以发电为主的综合利用水利枢纽费用分摊经济计算	48
§ 1 关于费用分摊国内外几种常用的方法	48
§ 2 各种常用方法实例计算及结果比较	51
作业六	57
第四章 水电站群参数选择优化计算	58
§ 1 两个水电站的正常蓄水位优选	58
作业七	62
§ 2 水电站群工作深度的优选	62
§ 3 水电站群装机容量的优选	68
作业八	87
第五章 水利水电工程方案优选时的综合分析与模糊综合经济评价简介	88
第六章 水利水电工程的环境问题及经济运行	93
§ 1 水利水电工程的环境问题	93
§ 2 水利水电工程的经济运行	94
作业九	99
作业十	99
参考文献	101

第一章 水利水电事业与国民经济的关系

§ 1 以发电为主的综合利用水库

我国是一个社会主义国家。建国35年来,我国水利水电建设获得了巨大成绩。到1983年底,全国水电站装机容量已达2,416万千瓦,与1949年16.3万千瓦相比,增长了147倍;全国水电年发电量已达到864亿度,与1949年7.1亿度相比,增长了121倍。水电装机容量和年发电量平均年递增率分别为15.8%和15.2%,平均不到5年就翻了一番,发展速度是很快的。34年来,全国水电累计发电8,082亿度,相当于节约原煤4.85亿吨,已为国家积累资金323亿元,相当于同期国家对水电基建投资208.8亿元的1.55倍,初步发挥了我国丰富水能资源的优势。

我国已建的这批水电工程,多数是多目标开发和具有综合利用效益的。据不完全统计约有一半的工程同时服务于灌溉,约30%水库承担了下游防洪任务,约20%的枢纽兼有航运之利。这些以发电为主的综合利用水库,五十年代初期在规划设计时,一般是以发电为主进行动能经济比较的,同时也兼顾了其它综合利用效益。然而后来就忽视了经济分析工作。总结建国35年来水利水电建设的教训,最主要的问题就是不大讲成本核算、不讲提高效益。又如在已建电站运行过程中,也没有从整个国民经济效益最高进行水库调度,致使有的水库出现过长期在死水位发电和仅用部分水电站装机发电却大量从溢洪道弃水的浪费现象。

随着经济体制改革,水利水电工程投资将由财政拨款改为银行贷款,因此要研究新的动态经济比较原则、方法和标准;对有综合利用要求的水库要进行费用分摊,因此要研究分摊的原则和方法;此外,对较复杂的水电站水库群规划和运行,还要利用系统工程的方法,来选择最优参数和运行方式。为了顺利地完成任务,下面我们首先对各综合用水部门的用水特点,以及它们之间的矛盾与统一,进行简要的介绍。

§ 2 各综合用水部门的用水特点

水库有调节天然径流的作用。即在汛期拦蓄洪水,削减洪峰;而到枯水期则根据灌溉、发电、水运及工业与民用供水等兴利部门的要求,从水库中放水,以调节提高兴利用水量。在规划设计时,一般是利用过去的天然径流资料,进行各种径流调节方案、水库规模方案等经济比较,然后按照国民经济综合经济效益最大原则选择枢纽参数。运行时,工程规模已定,天然径流又不完全与过去相同,为达到和超过设计经济效益指标,就必需根据设计时确定的用水方式,挖掘潜力,进行径流预报的研究,在确保水库大坝绝对安全的前提下,绘制调度图进行合理水库调度,最大限度地、经济合理地满足各部门的用水。

一、工业与民用供水的特点

随着工业生产的发展及城市人口的增长,工业与城市人民生活用水的地位越来越显得重要。当前我国许多地方的工业及城市用水的供需矛盾已很突出,不少工业城市,水已成为工业发展的制约因素。

工业用水一般分为三种:①冷却水:工业生产过程中,用来吸收多余热量,冷却生产设备的水,称为冷却水。如火电厂、钢铁冶炼厂和化工生产中,冷却水的用量很大,占其总用水量的80~90%。这种水一般不受污染,经过处理后可回收再用。②空调水:空调水不接触产品也不接触生产设备,而是调节室内温度、湿度。在纺织、电子仪表,精密机械生产中应用较广。③产品用水:包括原料用水和洗涤水。有的水是产品组成部分,有的是作为介质在生产过程中与产品混合,用后排出。这种水污染较大,如造纸、电镀及化工生产工艺用水等。

工业用水量一般可以根据各工业部门的产品产量确定。如火力发电厂每发1000度电需水150~300米³。又如首都钢铁公司生产每吨钢耗水量为51米³,北京合成纤维厂生产一吨合成纤维用水量为870米³等。当然随着生产水平的发展,其用水量越来越低。人民生活用水量标准在城市是指每一居民每天的生活用水量。在工业企业中是指每一职工每班生活用水量和淋浴用水量。居民生活用水量标准,有设计规范规定。用水量幅度由于地区的不同、气候条件、给水设备类型和生活习惯等影响,变化较大,由平均每人每日10~20升到150~190升。随着人民生活的改善,其标准还将逐步提高。企业职工生活用水量,对一般的车间采用25升/人·班。此外消防用水量对中、小城市亦占一定比例,也有专门的标准。

无论是生产用水或生活用水,用水量会经常发生变化。生活用水量随着生活习惯和气候而变化。如假期比平日高,夏季比冬季用水多;而在一天内又以起床后和晚饭前后用水量最多。在一年中用水量最多一天的用水量,叫做最高日用水量。设计给水工程时,一般以最高日用水量来确定给水系统中各项建筑物规模。一年中,最高日用水量与平均日用水量的比值叫做日变化系数 K_d ,其值约为1.1~2.0。在最高日内,最高一小时用水量与平均时用水量的比值,叫做时变化系数 K_h ,该值在1.3~2.5之间。图1—1为某大城市最高日用水量变化曲线。

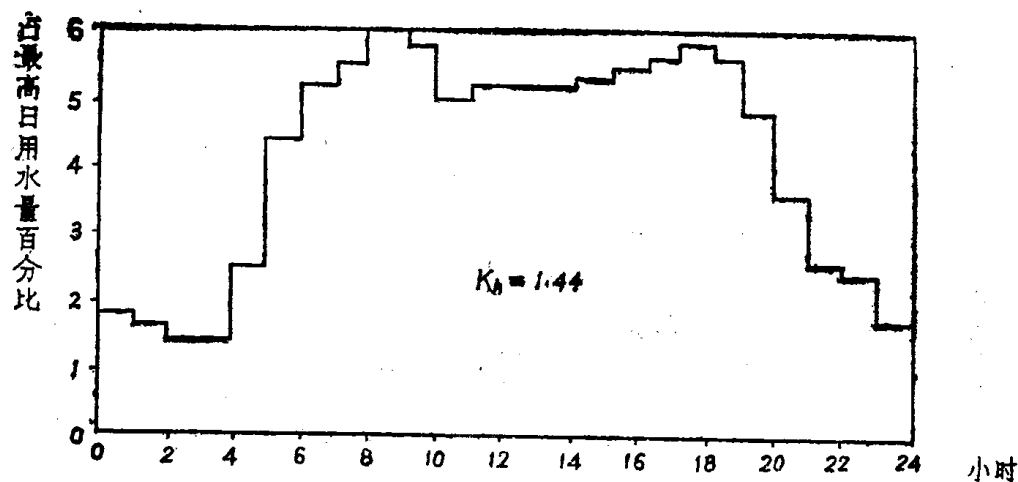


图 1—1

应当指出，一般由水库向城市供水，其引水方式一年中皆为等流量，如图1—2所示。一日之间的用水变化，一般通过在城市建筑的清水池和水塔进行调节。由于城市工业与人民生活用水比较重要，一旦不能满足，对生产和人民生活将产生较大的损失和影响。因此，它的设计保证率较高，一般为95%。

二、航运用水

内河航运较铁路、公路等其它运输方式的成本低，运输量大。在大河航道干线上，水运成本比铁路约低2—3倍，比公路汽车约低20~25倍。在小河中，水运成本也比汽车运输低6—10倍。因此，在有条件的地方发展内河航运对国民经济交通运输业也有着重要的意义。为了航运或筏运，河道内必须有一定的水深。修建水库后，库内蓄水，回水可以延长上游通航长度；对下游来说，由于水库调节流量，也可以保证枯水期得到必要的通航水深，并使洪水期流速减低，从而可以改善河道通航条件。在通航季节里，为保证下游通航水深而要求从水库中泄放的流量，一般以流量过程线表示，如图1—3所示。

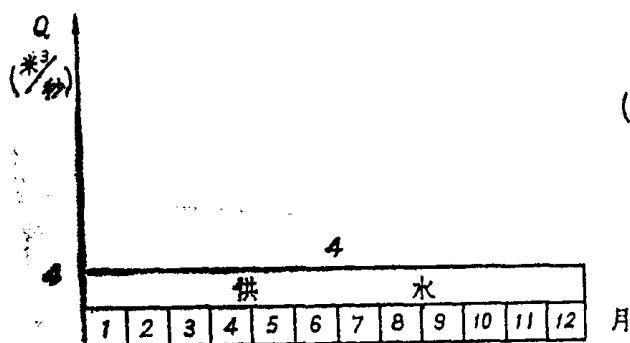


图 1—2

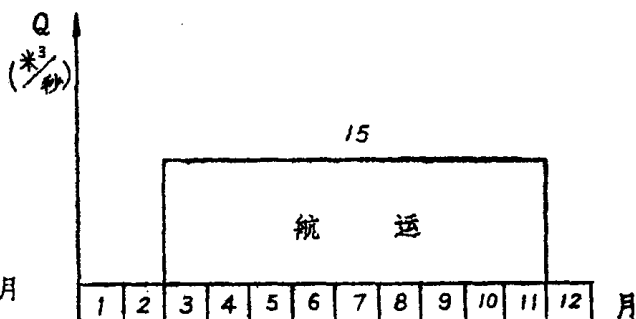


图 1—3

三、农田灌溉用水

影响农作物需水量的因素很多，主要有气候条件中的温度、湿度、风以及土壤、农作物种类、地下水情况和农业技术措施等等。因此，各地区各种农作物在生长期和各阶段所需要的水量有它自己的规律，而依靠天然降水是不能符合它的需水规律的。通常把某地区在某一干旱年份，农作物在整个生长期需要浇灌农作物的次数称为灌水次数；单位面积（亩）农作物，每次的灌水量称为灌水定额，所有各次灌水量的总和称为灌溉定额；某一地区、某种农作物在一定干旱年份下，为保证高产所需要的灌溉定额、灌水定额、灌水次数和灌水时间，统称为灌溉制度。

各种农作物的灌溉制度一般根据科学实验和广大农民的实践决定，一旦确定后，根据灌溉面积及各种农作物种植面积的百分比，即可定出整个灌区的灌溉净用水量 $W_{\text{净}}$ 和灌水时间。

从水库引水灌溉，在通过渠道输水系统到田间的过程中，由于渠系的渗漏，会产生水量损失。因此，通过渠首实际引用的灌溉毛用水量 $W_{\text{毛}}$ 应大于灌溉净用水量，即 $W_{\text{毛}} = \frac{W_{\text{净}}}{\eta}$ ，

η 称为渠系有效利用系数，其值因渠道的土壤性质、有无防渗措施、渠道断面、水深、输水

距离的长短、输水的间断程度以及管理水平等有关，一般为 0.6 左右。最后可绘制渠首灌溉引水流量过程线，图 1—4 曲线即为我国北方农作物一年的灌水引用流量示意图。

四、水力发电用水

水力发电用水流量不但与水电站机组工作出力有关，也在工作水头和工作效率有关，即 $N = 9.81QH\eta$ 。所以当水电站出力决定后，精确的发电用水流量

Q 要根据该时刻电站水头 H 及机组效率 η 来确定。对较大的水库，一日间水头变化可认为不变，不考虑 η 影响时，则日流量变化基本与其负荷变化成正比。机组效率 η 的变化主要是水轮机效率变化，它与水轮机的工况 (H、Q) 有关。因此要精确预测 Q 值，需经过试算，一般具有一定水库调节能力的水电站，皆担负峰荷或腰荷，则一日内的流量变幅较大，对下游航运甚为不利。

五、防洪、兴利之间和各兴利部门之间的矛盾与统一

从水库重新分配天然径流来看，没有防洪的蓄水就没有兴利的用水，即防洪与兴利是相互结合、统一的。但是在库容的使用上，防洪和兴利却存在着矛盾。从防洪方面看，因为不能确切预知汛期何时出现多大频率的洪水，只好在整个汛期腾空按设计、校核标准计算的足够调洪库容，以便抗御随时可能发生的稀遇较大洪水，在汛期来了一般大小的洪水也要马上泄掉。这样，如果以后不再来洪水时，到了汛末想蓄已无洪水可蓄了。解决这一矛盾，目前有采用汛期分期抬高汛限制水位和开展短期洪水预报的措施，这样可以增加部分共用库容，但也只限于较大水库，且只能解决一部分矛盾。对各兴利部门之间的用水，同样也存在着既一致又矛盾的情况。例如，发电用水只用其能量，不消耗水量，故发电后的水仍可供下游灌溉、增加航深或作工业与民用供水之用，这是它们一致的地方；而对灌溉与供水来说，

它们均属耗水部门，两者之间在引水量上是矛盾的。如从水库上游引水灌溉和供水，则这部分水量就不能用来发电了。此外，对日负荷变化较大的水电站过水流量，下游将产生不稳定流态，这对航运甚为不利，对下游引水也有困难。为此就要在下游进行一定的反调节。以上这些矛盾，就是要全面规划设计、通过技术经济分析比较，最后选出最优方案。

六、综合利用水库用水过程线的绘制

决定水库规模必需进行水量调节计算，求其调蓄库容，因而需要绘制综合利

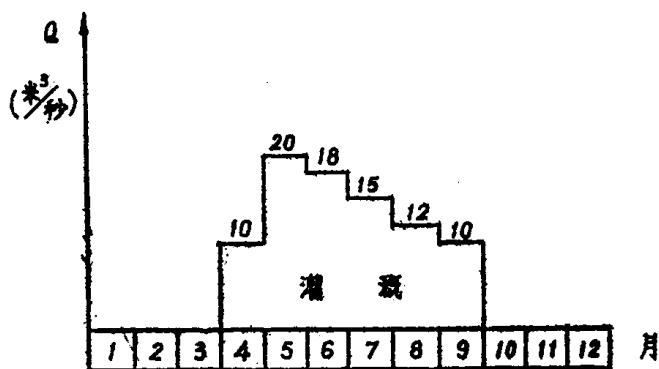


图 1—4

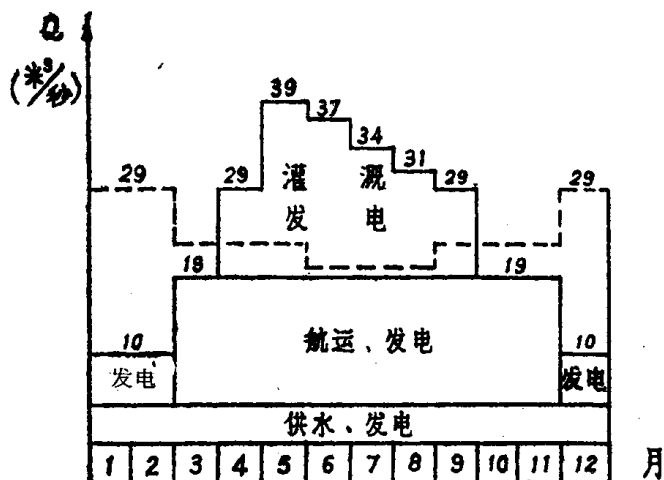


图 1—5

用用水过程线。下面通过一个算例，说明其绘制方法。

某综合利用水库，以灌溉为主，兼顾工业和民用供水、航运和发电。灌溉和工业民用供水皆从枢纽下游附近河道引水，需要的水量如图1—4、1—2所示，冬季（12、1、2月）发电需要的最小日平均流量为 $10\text{米}^3/\text{秒}$ 。下游航运用水要求如图1—3所示。最后编制的综合用水过程线如图1—5所示。从图1—5可见，假如发电要求的日平均流量如虚线所示，对同样的调节库容，供水、航运可以保证，而灌溉用水则不能满足，这样，就要进行经济论证与比较了。

§ 3 水能在能源生产中的地位及开发政策

一、水能利用是国民经济中最有效的能源

水能是再生性的能源，多开发水能，可使祖国江河水早日为四化发出电力，相应地节省燃料，为子孙后代多保留些宝贵的煤、油能源。水力发电既是开发一次能源的手段，又是把水能同时转换成二次能源（电能）的装置。它发出的电力灵活可靠，价值低廉，能促进电气化学和电气冶金的发展。它还能发展水利综合利用的效益。因此优先发展水能已成为世界各国的普遍经验。过去我国有人认为水电投资比火电大很多，这主要是针对二次能源发电来说的。但是如果从整个国家建设来看，一次能源二次能源应一起来考虑，即兴建水电站与兴建煤矿、铁路和火电厂建设一起比较，这样，基建投资和工期两者是差不多的。而从运行角度来看，水电站一旦建成，就可以源源不断地把自然界水能转变为电能，不需要天天不断地供应燃料。因此，水电站每度电的发电成本，远比火电站低。廉价的水电往往对一个地区（甚至一个国家）的经济发展产生重大的影响。特别是对一些耗电多的工业，其影响更为巨大。我们从出口贸易来看，比如，按国际价格每吨煤可得外汇55美元。如用煤发电炼铝，每吨铝耗电2万度，每度电耗原煤0.5公斤，即每吨铝耗煤10吨，煤价相当外汇550美元。但出口每吨铝的价格却为1200~1400美元，可见出口铝比出口煤要合算。如用廉价水电炼铝，成本还要低得更多。此外，出口一吨铝的外汇相当出口24吨煤，从重量来说，这对铁路、港口运输压力也大大减轻了。仅从以上分析就可以看出发展水电的经济性。可是现在我国水电发电量占全部总发电量的比重，仅为18%，还是很低的。国家计划争取到2000年，把水电比重提高到25%左右。具体地说，我们奋斗的目标是：在1980年水电装机2032万千瓦和年发电量580亿度的基础上，到2000年达到水电装机8000万千瓦，年发电量2500亿度，力争实现翻两番。这是一个很宏伟的计划。

二、对我国水能资源的评价

能源是奔向四化的排头兵。到目前为止，查明我国能源储量及可开采（发）数量如表1—1所示。1977年至1980年我国又进行了全国的水能资源普查，统计了水能蕴藏量在1万千瓦以上的河流共3019条，包括部分1万千瓦以下的河流，全国水能蕴藏量为6.8亿千瓦，相应年发电量为5.9万亿度。各大区以西南地区最高，约占全国70%，西北地区占12.5%，中南地区占9.5%，华东地区占4.4%，东北、华北地区各占1.8%。普查还调查统计了全国可能开发的水能资源。根据各条河流经过不同程度的规划，拟定梯级开发方案，统计单站装机容量500

表1—1

内 容	能源种类 数量	煤	石 油	天然气	水 力 发 电	
		(亿吨)	(亿吨)	(亿米 ³)	(亿瓩)	(亿度)
储 量		3855	68.10	2337	6.8	59222
可开采(发)量		1927.5	16.26	1784	3.8	19233

以上的水电站共11103座，可能总装机容量3.8亿瓩，年发电量1.9万亿度。各地区比例如表1—2所示。从表中数字可以看到我国的水能资源分布是很不均匀的，但是与煤炭和石油资源分布情况却可以相互配合。总的来讲，南方水多，北方煤多；内地水多，沿海油多。各大区都有较丰富的能源，只是华东和华北的能源较缺。下面对各地区可能开发的水能资源，作一简要介绍。

表1—2

地 区		可能开发的水电		电量占全国
		装机容量(万瓩)	年发电量(万度)	比重 (%)
西	南	23234	13050	67.8
中	南	6744	2974	15.5
西	北	4194	1905	9.9
华	东	1790	688	3.6
东	北	1199	384	2.0
华	北	692	232	1.2
全	国	37853	19233	100.0

1. 西南地区

金沙江：为长江在宜宾以上的干流。它的径流充沛，可修建8座大型水电站，共4567万瓩，年发电量2521亿度，是我国可开发水能最为集中的河段。其特点是淹没不大，但场地狭窄，交通不便，地震烈度大。

雅砻江：为金沙江一大支流，下游的二滩及桐子林电站距渡口市仅40公里，交通方便。总共4座电站，总装机1000万瓩。二滩电站拱坝高达245米，单机容量将达到50~60万瓩。

大渡河：为岷江的大支流。下游段已建龚咀电站，正建铜街子水电站。

乌江：为长江南岸的一大支流。已建乌江渡水电站，近期拟建上游东风水电站和下游彭水水电站。

澜沧江：为湄公河上游。漫湾和小湾正在勘测中。近期拟建漫湾水电站，初步设计已通

过了审查。

2. 中南地区

长江干流：正建葛洲坝水电站，因受航运限制不能调峰运行，因此只能基荷发电，性能较差。即将兴建的举世闻名的三峡工程，总装机容量1300万千瓦，年发电量650亿度。多级船闸提升高度为107米，泄洪能力11万米³/秒，兴利库容90多亿米³，防洪库容约220亿米³。

洞庭湖水系：资水上已建柘溪水电站，沅水支流酉水已建凤滩水电站，湘江支流东江正建东江水电站。沅水干流五强溪电站因淹没较大，正在设计研究中。

汉江中下游：已建丹江口和支流上一些水电站，清江最近拟开发。

黄河下游：已建三门峡工程，拟建小浪底工程。

珠江流域：水能资源以红水河干流最集中，开发条件好，可建10座梯级电站，已建大化水电站，即将兴建天生桥和岩滩水电站。龙滩水电站亦正在研究中。

3. 西北地区

黄河干流水能以龙羊峡至青铜峡河段最为集中，淹没损失小，单位千瓦投资为我国最经济的。现已建刘家峡、盐锅峡、八盘峡、青铜峡4座大电站，正建具有多年调节水库的龙羊峡水电站。该地区16个梯级电站全建起来，共装机1200万千瓦。此外，本地区汉江上游已建石泉水电站，正建安康水电站。

4. 华东地区

可开发的水电站集中在福建、浙江、江西三省，以福建为最丰富，大型电站不多，淹没问题较大。

5. 东北地区

已开发了26%，正建白山电站较大，其它大部分为中型水电站。

6. 华北地区

黄河中游水少沙多，较大电站（如龙门）工程量大，问题复杂。海河、滦河流域一般电站规模较小。

三、水电站建设合理布局

总结我国水电建设的经验与教训，认为水电建设布局的原则应当是：

1. 大中小水电站并举，以大型为骨干，近期应兴建一批中型水电站，中型水电站虽然单位千瓦造价较高，但所需投资较少，资金好解决，工期较短，见效快。据统计目前我国一些省区有563座中型水电站（容量2150万千瓦、年发电量845亿度）尚未修建，其中有一定地勘和设计工作的有210座（容量1029万千瓦，年发电量371亿度）。此外目前世界上一些国家亦趋向于中小水电的开发。

2. 有水库调节的水电站与径流式水电站并举。我国地少人多，建水库时淹没土地和迁移人口困难较大，因此有些地区只能兴建低水头径流式水电站或引水式径流水电站。

3. 在河流上游人烟稀少地区宜建大水库，在下游人口密集的地区以建中、低水头梯级电站为宜。这样既减少淹没损失和迁移人口，下游梯级又得到上游水库的调节流量。如黄河上游龙羊峡为多年调节水库，库容达250亿米³，装机容量为4×32万千瓦，经它调节流量以后对下游的四个梯级电站，每年仍可提高出力50万千瓦，增发5亿多度电。

4.在西南、中南和西北地区，尽可能多建水电，然后西电东送。

5.华北、东北应开发、扩建和兴建一些抽水蓄能电站，以解决系统峰荷问题。

四、加快水电建设的措施

我国水能资源占世界第一位，但目前已开发的只达到查明可供开发水能资源的4.5%（按年发电量计算）。为此我们要坚决贯彻党中央和国务院关于重点开发水电的方针。当前首先要作好“降低建设造价，选择最优方案，缩短建设周期”这一工作。具体地要集中抓好以下几点：

1.加强宏观决策

宏观决策的正确与否是水电建设经济效益好坏的前提。它包括规划布局、战略目标、战略重点等很多方面。宏观决策的失误会造成最大的浪费。水电部准备用三年左右的时间分批完成七大江河的流域规划或河段梯级规划。抓住长江上中游、黄河上游和红水河等水电“富矿”河段，选择最优方案，实行梯级连续开发，取得宏观效益上的主动权。

2.改进前期工作

前期工作是宏观决策的基础。水电建设是与大自然作战，前期工作涉及面广，情况复杂，往往需要较长时间和做大量的艰苦工作，才能弄清和掌握有关第一性资料，并在此基础上编制出既符合技术经济规律，又符合自然规律的可行性研究报告和设计文件。为此，要大力采用先进手段，尽快发展综合勘探技术，提高对复杂地质条件的分析和判断能力。此外还要提高设计水平，目前有的设计规范偏于保守，水电部准备要逐步修订。最后，关键还是要培养提高勘测、设计队伍的素质，提高勘测设计质量，缩短勘测设计周期。

3.改革基建管理体制

长期以来，水电施工都沿袭自营方式，缺乏制约，没有竞争，吃“大锅饭”，严重影响企业和职工的积极性。因此，基建管理体制必须进行改革。

赵总理在六届人大所作的政府工作报告中指出：“建筑业的改革，要围绕缩短工期，降低造价，提高工程质量和投资效益来进行。关键是要推行投资包干制和招标承包制”。水电部已在若干重点工程中实行投资大包干和国内公开招标工作的实施与试点工作。

4.实行正确的发展政策

①如前所述我国水能资源丰富，开发利用程度远低于世界水平，世界平均利用水平已达18%，有些工业发达国家已利用80~90%。这是因为，各国都认识到水电是较经济、最清洁的能源，并可为国家节省煤炭和石油能源。所以我国也将要相应制订一整套对水电开发实行优惠的政策，加快发展水电。

②当前突出的矛盾是开发水电资金不足，为此需要制订集资办法和政策。比如鼓励地方政府和人民群众办电，采取中央、地方合资办电，入股分电、分红等，都可试行。另外，还要积极吸收国外优惠贷款。现已开工的云南鲁布革水电站就是中、外合资开发的工程。

③一定要制定一个合理的有权威性的淹没、移民补偿办法，确实保证国家和人民群众的利益。近年来很多实践表明，能否处理好这一问题能否加速水电建设的关键。

5.推进技术进步

发展科学技术，是加快水利水电建设、提高质量、降低造价的一项根本措施。要以技

术进步、智力开发来促进电力工业“翻两番”的实现。为推进技术进步，要开展群众性合理化建议和技术革新，要完善奖励制度。

6. 推进管理现代化

管理现代化包括：管理思想、管理组织、管理方法和管理手段等现代化。此外，还要加强概预算和定额基础工作。

§ 4 水利水电工程的技术经济指标及其目前现状

一、规划、设计水电站经济比较时的经济指标

1. 发电成本——电站生产电力和电能而支出的全年运行（生产）费用。

年运行费用一般包括以下各项：

①基本折旧费 = 固定资产原值 × 基本折旧率

式中：固定资产原值 = 工程造价 × 形成率

形成率初步可取：水电为80%，火电95%。

基本折旧率对水电取2%，对火电取4%。

②大修理费 = 固定资产原值 × 大修理费率

大修理费率对水电取1%，对火电取1.4%。

③直接运行费包括原材料费、工资和其它费用，规程规定按每瓩容量定额计算，如表1—3。近似计算时，它们也可按固定资产原值的百分比考虑，对水电站可取：固定资产原值 × (0.3%~0.75%)。火电站可取：固定资产原值 × (2%~3.6%)。

表1—3

水电站容量 (万瓩)	材料费定额 (元/瓩)	工资年费用定额 (元/瓩)	其它年费用定额 (元/瓩)
25以下	1.41	2.73	1.87
25—50	1.05	1.51	1.26
50—75	0.80	1.06	0.51
75—100	0.68	0.93	0.50
100以上	0.55	0.80	0.48

根据上述规定，初估年运行费时，可将①、②、③三者相加，得水电站年运行费 = 固定资产原值（初算或取造价）× (3.3%~3.75%)，火电站的年运行费 = 固定资产原值（初算或取造价）× (7.4%~9.0%)。

④火电站耗燃料费 = (0.02~0.03) E_火

式中 $E_{\text{火}}$ 为火电站年发电量(度); (0.02~0.03) 为火电站每度电耗煤价格(元/度), 它是根据每度电按平均耗0.4公斤煤, 每吨煤按计算价格*50~75元/吨计算得出的。

2. 发电单位成本(元/度)

$$\text{发电单位成本} = \frac{\text{发电成本}}{\text{厂供电量}} = \frac{\text{厂年运行费}}{\text{厂年供电量}}$$

式中 厂供电量 = 厂发电量 - 厂用电量

厂用电量 = 厂发电量 × 厂用电率

厂用电率对水电为0.2~1%; 对火电为6~9%, 平均取7%。

3. 单位装机容量投资(简称单位瓦投资)

到1980年为止, 对已建大型水电站单位瓦装机投资平均为671元/瓦, 中型电站平均为1148元/瓦, 两者平均为894元/瓦。对当前设计、施工的电站, 此指标一般增加了一倍。中型电站增加半倍左右。

二、对已建工程进行效益核算和财务分析时的经济指标(皆按现行价格计算)

1. 厂售电收入 = 厂售电量 × 售电电价

式中 厂售电量 = 厂发电量 - 厂用电量 - 输配电损失电量 = 厂发电量 (1 - 厂用电率 - 输配电线损率)。

售电电价目前我国各地区各电力系统价格皆不同。如东北地区为0.0548元/度, 华北地区为0.11元/度(其中照明0.148元/度, 工业0.07元/度), 云南地区为0.065元/度, 西北地区为0.0569元/度, 全国总平均为0.065元/度。这些电价一般都是解放初期的价格, 当前一般都偏低, 随着经济体制改革应进行合理地调整。

2. 售电净收入(收益) = 售电收入 - 售电成本(包括发电成本和输配电成本) = 售电量 × [电价 - 售电单位成本(包括发电单位成本 + 输配电单位成本)] = 积累(包括税金和利润)。

三、举例

下面我们通过西北电网中的刘家峡水电站和西固火电厂它们经济指标的比较, 看一看水、火电站的经济特性。比较结果列于表1—4。

从表1—4中可见, 刘家峡水电站单位利润是西固火电厂单位利润的1.8倍。自投产到1980年, 刘家峡水电站已获净利润10.437亿元, 平均每年为8698万元, 是水电站净投资的1.636倍。西固火电厂获净利润3.124亿元, 平均每年为1302万元, 是净投资的1.275倍。

四、我国水、火电站技术经济指标比较表如表1—5所示

作业一: 试回答以下问题

1. 对教材中图1—5综合用水过程线, 如果灌溉、供水都从水库上游直接引水, 其它要求不变, 则此综合用水图有何变化?

2. 防洪兴利之间, 各兴利用水部门之间有何矛盾, 如何统一解决?

3. 我国当前水、火电站技术经济指标特点怎样? 试选两项指标比较之。

*根据文献〔4〕: 计算价格 = 生产价格 + 运输费; 而生产价格 = 社会平均利润率 × 投资费用 + 成本。

表1—4

项目指标		电 站	刘家峡水电站	西 固 火 电 站
指标单价 (分/度)				
发电单位成本	①		0.327 (其中折旧占68.5%)	2.170 (其中燃料费占49.1%)
输配电单位成本	②		0.365	0.365
售电单位成本	③ = ① + ②		0.792	2.535
售电价	④		5.692	5.692
售电单位积累	⑤ = ④ - ③		5.000	3.157
电厂单位税金	⑥ = 15% × ④		0.854	0.854
售电单位利润	⑦ = ⑤ - ⑥		4.146	2.303
电厂单位利润*	⑧ = 65% × ⑦		2.695	1.497

*规程规定售电利润35%属于输配(变)电站, 65%属于电厂。

4. 我国水利资源最丰富地区有哪些? 到2000年水电建设规模怎样?
5. 加强我国水电建设措施有哪些? 你有什么好的建议与措施?
6. 什么叫投资、固定资产、基本折旧、大修、发电成本、电价、电厂积累和利润?
7. 电价和发电成本、电厂积累、税金和利润有什么关系?

表1—5

序号	项目指标	水	电	火	电	比	较
1	单位投资	到80年为止已建大、中型水电站 平均投资 894 元/瓩 输配电投资 250 元/瓩 总计 1144 元/瓩	已建火电厂平均投资 500 元/瓩 煤矿投资 350 元/瓩 铁路或输配电投资 250 元/瓩 总计 1100 元/瓩				水、火电站一、二次能源合起来总投资差不多(水电尚未考虑综合利用效益)
2	单位电能投资	按建国后31年全国平均利用小时数为 4177小时计为 0.26元/度	按建国后31年全国火电平均利用小时数为 4868小时计为 0.226元/度				水电单位电能投资比火电略高
3	施工工期	大型水电站 5~10 年 中型水电站 3~5 年	火电厂本身 3~5 年 煤矿(开工后第五年出煤) 10~15 年近				水电与火电、煤矿平均工期相近
4	发电单位成本	全国平均大型水电站为 7厘/度 较低的如刘家峡水电站为 3厘/度	全国平均大型火电厂为 3分/度 [其中燃料费占(50~70)%] 较低的如高井为 1.6分/度				水电成本为火电成本的 1/4~1/5
5	每度电能积累	5分/度	2分/度				水电积累为火电的2.5倍
6	每度电能利润	4.1分/度	1.2分/度				水电利润为火电的3~4倍
7	厂用电率	全国运行水电站平均为 0.18~0.2%	全国运行火电厂平均为 7.67%				水电比火电小,火电厂用电仍要消耗煤
8	运行性能	水电机组启动、停机、增减负荷快,可用来调峰、调频、事故备用等(带满负荷只需一分钟左右)	只适宜带基荷,启动、增减负荷慢,带满负荷需3~4小时。高温高压机组最小技术出力为额定容量75%,中温中压为50%。负荷变动时单位煤耗较基荷增加20%左右。				水电机组比火电机组运用灵活,大大提高系统用电质量,效益显著。
9	综合利用效益	有防洪、灌溉、航运、过木、供水等效益	几乎没有				水电站综合效益对国民经济影响很大
10	环境保护	改善自然环境为主	排出粉尘、硫化物、氮化物及放射性物质。造成“酸雨”污染,防治污染约需增加投资20~40%。				水电为最干净的能源,对环境没污染
11	燃料	江河水取之不尽,用之不竭	煤炭、石油、天然气等能源消耗越少				水电不受能源危机影响

第二章 水利水电工程经济比较原则与方法

人类社会的发展，首先是生产力的发展。进行生产首先必需有“投入”，而后才有“产出”。《政治经济学》里指出，在商品生产社会里，“投入”就是投资、资金 K ，在资本主义社会即是资本；“产出”就是生产出商品的使用价值和价值 G 。根据价值规律作用，商品的货币价格在价值上下浮动。它可用公式 $G = C + V + M$ 来表示。式中 C 为物化劳动的转移，如折旧、原材料、燃料等， V 为活劳动创造的价值中必要劳动部分，也就是职工的工资， $C + V$ 之和即为生产成本， M 为劳动所创造的价值中剩余劳动部分，在资本主义社会就是剩余价值，为资本家所占有；而在社会主义社会这部分是为全社会创造的价值，属于社会净收入（或称积累），它可用来扩大再生产和作为国家其它各种开支费用以及提高人民物质文化生活福利。从上式可以看出，一定的资金 K ，当 $G - (C + V) = M$ 越大时，则利润率 M/K 也就越大，这就是资本家从事投资和生产所追求的经济准则。比如欧美各国水利水电工程就是采用益本比（效益与费用比）最大的经济准则。

进行社会主义建设，需要大量资金。资金主要来自各企业的积累。因此，一方面必需努力提高已建企业的经济效益，增加积累；另一方面必需对新建企业基本建设经济合理地分配和使用资金。为此，新建企业、工程必须进行经济比较，选择最佳方案。由于社会主义计划经济条件，有各种物价政策，因此在一定时期内产品存在着价值与价格背离现象，单凭各企业的净收入很难比较它们之间的真实效益与积累。所以往往采用只涉及到投资和成本的所谓年费用最小的经济比较原则。在规划设计水利水电工程时，首先要在满足国家计划所提出的任务要求（也就使国家得到预计的同等效益）前提下，尽量选择最经济的方案。在满足同样产品、电力电量或效益条件下，只考虑建设时期费用，最经济的方案当然是投资少、时间短；如果只考虑运行时期费用，最经济的方案当然是年运行费小即成本低的方案，这样每年可为国家提供较高的净收益。但是对一般工业建设特别是水利水电工程，进行可行性研究阶段经济比较和初设阶段水库参数比较时，往往出现某方案投资大而年成本（或年运行费）却较小或者某方案投资小而年运行费用却较大的情况。解决这一矛盾，我国在五、六十年代曾学习苏联方法，即对水利水电工程经济比较采用在同等电力、电量条件下，年计算支出最小的经济准则，即

$$S = P_H K + C = \text{最小} \quad (2-1)$$

式中 S —某方案的年计算支出；

P_H —标准（额定）效益系数，当时我国规定取0.1；

C —包括折旧在内的年运行费；

K —某方案的总投资。

苏联目前水利水电工程经济比较仍采用此种形式，不过投资和年运行费皆考虑了时间价值，