

高等学校交流讲义

水利計算及规划

华东水利学院水文系編

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校交流讲义



水利計算及規劃

华东水利学院水文系編

中国工业出版社

本书是高等院校陆地水文专业和治河防洪专业的交流讲义，是结合我国情况，收集了国内外一些新的成果编写而成的。全书共十一章，包括基本资料的整理，径流调节的理论和办法，防洪与洪水调节，水电站的水能计算和参变数的选择，综合利用水库、库群、潮汐河口、流域规划等的水利计算，水库的特性、管理和控制运用，以及农村水利规划等内容。

本书除作为教材外，也可供水利技术人员参考。

水利计算及规划

华东水利学院水文系编

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)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $25^{5/8}$ ·字数608,000

1962年11月北京第一版·1964年12月北京第四次印刷

印数2,836—4,095·定价(科五)2.90元

统一书号: K15165·1202(水电-186)

前 言

水利計算及規划是开发流域水利資源、治理河流、設計有关水利工程的工作中不可缺少的一部分；近几年来，随着水利科学技术的迅速发展，特别是在我国大规模地开展水利建設的情况下，通过生产实践和科学研究方面的不断充实与提高，使得水利計算与規划的技术科学，在其基本內容甚至体系上，都比过去增加了不少新的內容。但是在这方面，国内外公开出版的文献为数不多，某些文献亦已比較陈旧，不能充分滿足教学和当前生产上的需要。

本书的目的，是企图結合我国的具体情况与近年来国内外一些新的成果，从教学的角度出发，来比較系統地闡述这一方面的基本知識、理論和方法，以适应有关专业（如陆地水文专业和治河防洪工程专业）相应課程的教学需要。但是，由于本課程所涉及的面較广，某些問題在理論上和方法上还处于发展或萌芽的阶段，因此在本书的取材方面，还不免帶有很大程度的主观成分；而对于丰富的生产經驗的总结介紹，則更有許多不足的地方，本书仅是作为一个初步的尝试，而有待进一步的改进。

在編写本书时，除了以本院原有讲义为基础外，还参考和引用了近年来国内外有关文献、資料和科研报告，及一些兄弟院校的讲义，但由于編写時間仓促未能一一注明。全书系由水文勘测教研組叶秉如負責主編，协助編写和整理工作的有刘吉印、程文輝、蔡冠雄，还有成都工学院張永平参加了討論和部分編写工作。

由于時間和力量等的限制，本书不仅在內容上，而且在編排、文字、图例等各方面都还比較粗糙，存在不少問題，希望能得到各方面的宝贵意見，特別是一些不够妥當甚至錯誤的地方，更希指出，以便能在使用过程中及时修正。

編 者

1961年11月

目 录

前 言

第一章 緒 論	1
§1. 水利资源的特性与径流调节的涵义	1
§2. 水利计算的目的和任务	4
§3. 我国水利资源开发概况及党在水利事业中的方针政策	6
§4. 水利计算和规划的科学发 展 简 况	8
第二章 水利计算基本资料的整理	11
§1. 水利计算的基本资料与河道的径流特性	11
§2. 水文资料的整理和应用	13
§3. 地形资料的整理应用	20
§4. 各国民 经 济 用 水 部 门 的 需 水 特 性	22
§5. 设计保证率的概念及其选择	37
§6. 河流之水利资源蕴藏图	43
第三章 水库及水库特性	47
§1. 水库和其主要建筑物	47
§2. 水库之各种特征水位、系数及水力特性	50
§3. 水库的水利特性和经济指标	56
§4. 水库的水文情势及水量损失计算	60
§5. 水库淤积问题	65
§6. 水库之盐化	71
第四章 径流调节之理论和方法	73
§1. 径流调节之基本概念与形式分类	73
§2. 水库的计算任务与步骤	77
§3. 径流调节计算的原理与列表法计算	79
§4. 用累积曲线图解法作水库之调节计算	84
§5. 时历法进行多年调节计算	92
§6. 数理统计(机率理论)在径流调节中的应用	95
§7. 以数理统计理论为基础进行多年调节计算的主要方法	103
§8. 几种特殊形式的调节计算	113
第五章 防洪与洪水调节	120
§1. 洪水与防洪排涝问题概述	120
§2. 水库调洪演算方法	130
§3. 水库防洪的水利计算	136
§4. 洪流演进及水库回水计算	152
第六章 水电站的水能计算和参变数选择	166
§1. 水电站工作的特点与水能计算的目的	166
§2. 水能计算的基本方法	170
§3. 水电站基本动力设备之特性及选择	175
§4. 电力系统(电力网)的工作	184

§5. 参加电力系统各种水电站的工作特点和负荷位置(日、年负荷图).....	189
§6. 电力系统中各种水电站主要参数(工作深度 $h_{c.p.}$ 与装机容量 N_{ν})的选择.....	202
§7. 孤立(先行)水电站的水能计算.....	217
第七章 综合利用水库的水利计算	223
§1. 综合利用水库规划的原则与特点.....	223
§2. 以防洪发电为主要目标的年调节综合利用水库水利计算的程序和方法.....	229
§3. 以防洪发电为主的多年调节综合利用水库的水利计算.....	243
§4. 以灌溉防洪为主(并考虑发电航运)的综合利用水库的水利计算.....	246
§5. 水利计算中的经济问题.....	250
第八章 流域规划和库群的水利计算	260
§1. 流域水利规划总论.....	260
§2. 并联水库群的调节计算.....	271
§3. 串联梯级水库的水利计算(非发电梯级).....	293
§4. 串联水电站梯级的水利计算.....	300
§5. 梯级水库群水利计算的程序和统一调度问题.....	309
§6. [附]数学规划在库群水利计算中的应用简述.....	314
第九章 农村水利规划	320
§1. 农村水利规划的任务和特点.....	320
§2. 丘陵山区的水利规划与水利计算方法.....	324
§3. 平原低洼地区的水利规划和计算.....	337
第十章 潮汐河口的水利计算	341
§1. 潮汐河口水利问题总述.....	341
§2. 潮汐河口灌溉排涝挡潮闸的水利水力计算.....	348
§3. 潮力电站的水利水能计算和调度.....	357
第十一章 水库的管理和控制运用	369
§1. 水库管理运用的任务和作用.....	369
§2. 水库年度生产计划的编制.....	371
§3. 水库预报调度的原理和方法.....	376
§4. 农村中小型水库的控制运用.....	389
§5. 水库的管理和初灌准备工作.....	394
附 图	398
主要参考文献	399

第一章 緒 論

§1. 水利資源的特性与徑流調節的涵义

(一) 水利資源的特点

在人类的經濟生活中,不論是农业、工业或交通运输等方面的发展,都是和自然資源的开发利用密切联系的。自然資源象土地、矿藏、森林、漁业以及河流湖泊等,它們对于人类提供了不可缺少的生活和生产的条件。这些資源一般都是数量巨大,自然存在,但为了利用它們也必需有相应的措施和劳动的代价;而这些措施利用的完善程度不仅与科学技术的发展水平有关,更与社会經濟制度有着决定性的联系。

水利資源作为自然資源的重要类别之一,从其类型來說主要包括河流、湖泊、地下水和海洋;而从其作用来看則是由于能給予日常生活和农业生产以必須的水量;而且在其存在和运动循环的过程中,又往往蘊藏了巨大的能量和利于航运、漁业的原始条件。这一切也就是我国进行社会主义經濟建設的重要的物质基础之一。但是水利資源,特别是河川的水利資源,由于其所具有的不同于其他資源的一些特点,所以使对它的研究和开发利用,成为一門独立的比較复杂的学科。关于水利資源的这些特点,总括地說就在:

1. 利用的多样性——如上所述,水利資源服务的对象是相当广泛的,河川湖泊的水量,不仅用于居民和工业的給水,用于灌溉,同样亦用于航运、发电、漁业等。而通过这些,也就往往与很多国民經济部門同时有直接或間接的联系。

2. 蘊藏的无限性和地域性——不象矿藏等資源有一定的儲量,水利資源由于自然界水文循环的周期作用,作为生产的原料来看,它是用之不尽,取之不竭的。因此一旦开发,便可长期利用。另一方面,水利資源本身又受到地域的限制,这就决定了具体的水利資源的研究和开发,总带有一定程度的地区特点,受区域的自然和社会經濟条件的影响。

3. 变化的复杂性——不象其他的資源多少具有固定的产量,江河的水量,无论是年內或多年的变化都是比較大的,这种变化多端的情况,我們常常不仅难以控制,甚至还頗难确切預測。这就使估計和规划水利資源的开发变得比較复杂。

4. 經濟上的两重性——如所周知,江河的水流,既能为人类服务,作經濟利用,有时也会带来洪水、內澇等巨大的灾害。而进行水利措施如水庫的建造等,一方面足以开发水利,同时也带来某些困难(如淹没淤积等)。

这些是仅就水利資源,主要是河川水量的特点而言,而河川水流又与所經行的河槽有关。就河道形态而言,自然状态下河流流速和落差的分布是不均匀的,河道落差并不集中,水力消耗于奔流及泥沙的冲刷推移;一般河槽也比較低洼,河系网的分布亦比較集中,不如耕地之細密;自然河道,也往往是浅滩櫛比,弯道汉支林立,使枯水时水深不足,而洪水时水量又往往超过河槽宣泄能力,而泛濫成灾。

以上这些說明了水利資源的主要特性及其在自然状态下的某些缺陷,如何掌握这些

特性，改造其缺陷，并进而发挥其在经济上的巨大作用，为社会主义建设服务，这是水文水利工作者所面临的重大任务。

(二)水利规划的原则和径流调节的涵义

研究如何根据水利资源的特性、地区条件及国民经济的需要，统一各种矛盾，作出水利资源开发利用的完美计划，以便能进一步设计恰当的工程措施，来实现这种计划，这样的工作通称水利规划，它是开发与治理河流的总的战略性安排。显然，合理的水利规划的编制，是应该以资源的客观条件、特点和国民经济的实际需要为基础，即从统一需要和可能两者的相互关系出发。因此水利规划除了必须服从国民经济发展计划的总的要求和国家的水利方针政策以外，从规划思想和技术经济的角度，应该遵循和贯彻规划的几个基本原则，也就是：因地制宜，综合利用，和人工径流调节三大原则。

一方面水利资源在地区上的分布反映着各种自然条件(如气象、地理、地形、土壤等)综合影响的结果，因此河系的疏密，水量的丰富，河道坡降的急缓，湖泊的多少，地下水的深浅，潮汐的大小都是客观存在的，通常并不易于改变；另一方面，工矿农业等的经济布局，也有一定的地域特点和条件。因此开发水利，首先应该从当地的情况出发，分别山区、平原、河道的上中下游、河口、湖滨、干旱地区等的各种情况，定出开发利用方式上的相应规划，这便是因地制宜的原则。当然为了更好地贯彻这一原则，也必须要求有全面的观点，即正确统一局部与流域整体间的关系，以及当前需要与长远利益的关系。

其次，由于各国民经济用水部门如给水、灌溉、发电、航运、渔业等，虽然在用水方式上各有不同，它们或者是直接耗用水量，或利用其能量(动能或位能)，或仅使用水体作为生产活动的媒介场所，故常有矛盾的一面，但其需水的基本要求则一，这是统一的一面；而根据社会主义经济有计划按比例高速度发展的基本规律，和一水多用的经济原则，因此，在水利规划时，有必要也有可能来统筹兼顾，协调矛盾，这就是综合利用的原则。至于在某些河流河段，由于水利资源在经济上的两重性，更须在综合利用水利资源的原则下来除害兴利，统一矛盾。

最后，也是最重要的，是人工径流调节的原则。在天然条件下，水利资源，特别是河川径流，由于其形成因素(如气象、自然地理情况等)的变化特性，因此在年与年间、季与季间，水量都有不同。这种变化常常是很大的：例如如果以丰水年的年径流量与枯水年的比值来衡量不均匀性，以淮河的蚌埠站为例，

$$\frac{K_{max}}{K_{min}} = \frac{3.50}{0.26} = 13.5 \text{ 倍.}$$

滹沱河此值为14.0倍，永定河7.4倍，即使是比较稳定的珠江(北江)，亦仍有1.5倍。如果以洪峰流量与最小枯水流量相比，则变化更为悬殊，例如黄河三门峡最小流量小于200秒立方米，而最大洪峰流量实测可达23500秒立方米，相差达120倍；长江下游此值为18倍，虽比较小，而其支流嘉陵江下游则复达130余倍。

河川水量的这种巨大的变化，对于其配合各国民经济有关部门的需要，进行有效的经济利用是非常不利的。因为大多数的用水部门，都要求有比较固定的用水量和时间，而不常与来水的天然情况很好适应；因此为了尽可能充分地利用河流的水量来兴利，就需要发挥人类主观能动作用，对天然径流进行人工的调节。另一方面，从防灾的

角度看,由于河川径流年内变化的巨大不均匀性,极大部分水量往往集中于汛期几个月流过,而河槽泄水能力有限,就往往引起洪水泛滥,为了减轻和消灭洪涝灾害,也需要对河川径流进行控制和调节。

所谓径流调节,其涵义简单地说是“如何借建造专门的水工建筑物,主要是坝和水库等,来控制 and 重新分配河川径流的变化,人工地增加或减少某一时期的流量(通常是减少高水,增加低水),来适应各用水部门的具体需要,这种措施的总称”。这种控制和调节径流的措施,作为改造河流开发河川水利的重要途径,常常还和河道本身的控制和改造相结合,如集中落差,整治河床,甚至河道规划等等。

但是径流调节的涵义,往往还不止于此;广义的径流调节还包括在整个流域面上,人类对于地面及地下径流自然过程的一切有意识的干涉。1957年以来在全国范围内广泛开展的群众性水利措施,在很大程度上,就可以说是这种调节径流新方向的具体实施。水利建设高潮中所广泛推行的山区水土保持的各项治坡、治沟及改善耕作措施,如修梯田、筑地埂、挖塘窖、鱼鳞坑、植树种草、以至深翻土地等,其作用就在于拦蓄坡面径流,增加地表入渗,以防止水土流失,改善农林牧生产的条件。丘陵地区塘坝小型水库的兴建和沿等高线开挖河道,以形成沟渠相連和庫塘相通的所谓长藤结瓜或水利系统,也主要是为了根据地形特点,逐级控制和利用地方径流。至于江苏等地的平原洼地的河网工程,则除了利用河网容积,造成地面和地下蓄水库,进行滞洪蓄水以达到防洪抗旱的作用外,还具有在排涝、航运及发展水产上的综合效益。

概括地说,所有这些群众性的水利工程措施和生物措施的作用,大多在于改变径流形成的条件(如地表入渗率,集流速度,蒸发损失,调蓄等),从而改变了自然水源的状况和径流形成的过程,其目的则在于汇集和储蓄全流域面上各种水源进行调节分配,以满足防洪、除涝、抗旱,水土保持和综合利用水利资源的需要,这就是广义范围的径流调节。它是人类改造自然,改造河流以兴利除害的根本措施,也是广大农村中发展农、林、牧、副、渔的多种经济和农业电气化的重要前提。

上面所说的关于径流调节的内容,实际上还未包括其全部可能的范围,常常由于水利资源在地区分布上亦有不平衡性,与国民经济的需要有不相适应之处,例如我国华北和西北地区雨量较少,而耕地多,长江以南则水量丰沛,而耕地面积则相对较少,水土资源不相平衡^①,因此也有在大范围内进行径流调节以丰补缺的必要性,这就是跨流域引水的问题(如引江济黄济淮,引松济辽,甚至改造沙漠等)。此外由于河流间水文特性不同,水量落差及适宜库址的分布也不均匀,也需要作水力补偿调节和建立大电力网,以提高各河径流利用的效果和适应工矿企业的布局,显然,这种大范围的径流补偿调节,所涉及的问题更为复杂,它对国民经济的影响也更为重大。对于我们这样幅员广阔,地形和气候条件复杂多样,社会制度优越的国家,这种大范围的水利电力调度是特别具有现实意义的。

综上所述,对于径流调节的涵义或其任务,可理解为:是为了协调来水与用水间在时间上和地区分布上的矛盾与不一致,以及统一协调各用水部门间的矛盾要求。

^① 据统计全国河流年总径流量为26800亿立方米,以其一半就可使全国耕地获得每亩800立方米的灌溉水量;但水土资源分布不平衡,长江流域及以南地区水量占全国之75%,土地则占38%,而黄河流域及辽河水量占全国7%,土地却占52%。又如海河年水量145亿立方米,而灌溉需水430亿立方米,故需要利用地下水及自其他流域引水。

徑流調節的涵義，既如所述，其對國民經濟的意義也就顯而易見；就最重要和普遍的所謂狹義的徑流調節的意義來看，可以說只有通過河流的人工改造，才能更好地發揮河流的潛力，提高河流的經濟價值，促進工農業迅速的有計劃的發展，從而改變整個地區的社会經濟和自然面貌；也只有通過這些，才能比較徹底地改變威脅着人民生活與安全的洪水與干旱的災害。由於水庫的建造和廉價動力的開發，往往亦有利於國防工業的發展。

§2. 水利計算的目的和任務

為了有效地進行徑流的控制調節，建造恰當的水利設備，以滿足河流的開發治理中綜合利用水利資源的要求，對於每一具體的河流或河段而言，就須對其水文情況、用水需要、調節方法、經濟論證等等很多有關問題進行分析和計算，以便對各種水利設備的大小、位置及其工作情況提出經濟合理的設計，這就是水利計算與規劃（或統稱水利計算）的主要目的和內容。當水的利用愈發展，對徑流調節和綜合利用的要求愈提高，則水利計算與規劃的作用也就愈顯著。

水利計算是各項水利措施在規劃設計時的有機組成部分，因此其任務也是由它與水利措施的關係所確定的。每一水利措施和設備如水庫壩閘等的設計中，不論是為了灌溉用的，或給水、發電、防洪用的，其設計內容都包括水利計算部分。這部分計算，一方面是為了制定水利設備的工作情況，因而也就決定着水利措施的最終目標——國民經濟效益；另一方面水利設計（計算）的結論，又是結構設計用的數據，它決定着壩高、溢洪道、水電站裝機容量、引水渠道的基本尺寸以及操作運用程序。

因此水利計算的基本任務，歸納起來主要的有下列三項：

1. 從當前或一定發展階段的情況，研究國民經濟對本流域或本河段開發任務的要求，經過綜合分析比較，擬定最適當的水利措施開發形式和開發程序，並確定水工建築物的基本尺寸，例如壩高、庫容、水電站裝機容量、泄洪道大小、渠道斷面、抽水機的馬力等。

2. 確定或闡明能由水利措施獲得的水利效益，例如供給各用水部門的水量和能量的多寡及其質量，包括水電站的保證出力和發電量，灌溉水量，保證的航深等，以及防洪治澇的解決程度或防治標準。

3. 編制水利樞紐的控制運用規程或使用計劃，以保證在選定的建築物的位置和大小基礎上，能獲得最大可能的水利經濟效益，並闡明水庫多年工作的各種情況，如供給用戶的水量、棄水、上下游水位等的變化過程等。

但是水庫的建造和調節徑流，作為近代開發河川水利上最普遍和有效的方式，除了要达到預期的經濟目的外，同時並引起開發河段及附近地區的自然情況的改變，例如：

- (1) 引起上游土地的淹沒和近庫地區的浸沒甚至整個水文地質條件的改變。

- (2) 使水庫的流速減少，引起泥沙的淤積及下游局部性的和一般性的沖刷。此外風浪現象亦常起變化。

- (3) 下游由於用水量的變化（主要在於水電站的日調節時）所引起的水流波動，影響航行及取水建築物的工作；上游由於回水的變動引起淺灘形態的變化。

- (4) 由於建造水庫，使蒸發損失增加，在個別時期，庫水含鹽度增大，冰凌現象亦

起变化。对这些派生的现象，在水利计算中，根据具体情况需要，亦应作适当的考虑。

水利计算的任务，从其在水利技术中的地位来看，也可理解如工业企业中生产过程规划一类的东西。在水利事业中，一方面是水利枢纽各组成部分，如坝、水库、电厂、引水及泄洪建筑物等的配置、个别构件的计算和设计、以及施工组织等，属于水工结构与施工的范围，是建筑规划；另一方面则是研究如何选择及运用这些水工建筑物，来计划把自然水源改变为电能、灌溉给水、航运等的需要，是属于生产过程的规划；显然这两者之间是存在着密切的联系。

水利计算既然是实施水利措施的有机组成部分，因此在整个的规划、设计与运用阶段都是必需进行的，不过注意的重点与详尽的程度有所不同。

以最主要和复杂的河川水利开发为例，在最初的流域规划阶段，中心问题在于明确流域开发的方向与可能性，拟定初步的最经济合理的全面开发方案，并选定第一期工程的地址。这里主要应该遵循的是从全流域出发的全面整体的观点和考虑各用水部门需要的综合利用的原则。因为为了治理和开发河流，特别是大的河流，其自然情况非常复杂，它同社会经济的关系也是多种多样的，如不先弄清这些方面，在治理开发河流及为此在河流上选择工程目标时，便会带有盲目性和偶然性，不能充分发挥河流的潜力获得应有的效益，甚至还会影响全河的合理开发，造成经济上的浪费和困难。这一阶段的水利计算的任务：是配合其他设计部门，在充分查勘的基础上，研究流域水利开发的方向和轮廓，并具体地通过对水文及用水需要的分析，用水量平衡及调节计算，求出各种可能方案下水量和落差的分配利用方式，及对效益的影响，以便最后在比较的基础上，确定最佳的开发方案和相应的水利效益。

这一阶段的水利计算由于比较粗略，偏于总的规划性质，因此也可称为水利规划。

在初步设计中，水利计算的任务主要是为了确定某一水利枢纽的确定位置（如坝段坝轴线等）及其规模（如正常高水位、死水位、装机容量等参数的分析与选择），论证这一具体的工程目标在投资建设上的可能性与合理性，求出工程的经济效益与设备效用的大致情况，提出对某些不良影响的防止处理办法。

在最后的技術设计和施工详图阶段中，须进一步地最后确定水利设备的主要参数，分析和编制设备各部分（如水库、溢洪道、取水口、渠道、水电站等）在施工、运用、甚至远期发展中的工作情况，计算确实的经济效益，此外也常须拟定初期运转调度及运行规程，研究水库初期充蓄等。

上面所述的各设计阶段水利计算的任务与内容，是体现了对于开发水利资源的复杂问题，如何由全面的综合分析到各个具体设计和细部的确定，这种逐步收敛的方法，使每一阶段勘测设计工作具有紧密联系和明确的目的性；这是一套由战略到战术，由原则到具体的严密连系的科学方法。当然，这几个阶段中，水利计算的个别项目与工作，也常常可能前后交叉或有所分工。

应该说明上述水利计算的阶段与内容，只是对大中河流的情况而言，而且主要是对以水库为中心进行综合利用的径流调节而言，对于小流域、农村的水利开发，或湖泊、潮力利用等的一般水利措施，则水利计算任务往往较为简单，因此也就不必有这么多的设计阶段。

* * *

水利計算与规划作为技术科学的一部分是属于规划計算性质的科学，它是为规划和設計水利措施的总的目的服务的，因此課程的任务相应地是介紹在规划和設計水利措施（主要是河川水庫）时，有关水利計算的基本知識、理論和方法。課程的主要內容分为下列三部：

第一部分包括基本資料的整理方面，首先是水利資源的估算，也就是如何在計劃水利措施的地区，計算将来水利樞紐与水庫工作时的徑流数量、状况以及可能的变化，从这一点來說它是与水文专业中的水文分析与計算有直接連系的。其次是研究各用水部門对水利设备工作的各种需要情况与特点，这部分內容与国民經济有关部門的生产过程，发展計劃等有密切关系，也与水利工程基础（包括給水、航运、水电、灌溉、防洪等工程学）有关連。

第二部分是徑流利用科学的中心部分，是研究总的水利措施下各水利设备合理的工作方式与規模，这里一方面包括分析徑流（水源）利用的最有效方式，另一方面，研究在实际設計中水利計算的方法。

最后一部分是叙述徑流調节計劃的具体实现，亦即水庫的控制运用問題，这里与水文預报的关系最大。至于研究水庫所引起的各类影响，則作为个别問題，分列于有关部分中。

在上述內容中将着重介紹大中工程的徑流調节的理論和水利計算的方法，因为作为大中小結合中的骨干，它們要求的技术性較高，对徑流調节的任务与綜合利用的要求也比较复杂。至于羣众性的水利工程措施，在水利計算上有其特点，对作为国民經济基础的农业的发展，也有特殊的意义，因此也是本书中所应涉及的；特别是由于小型水利工程数量甚大，資料亦往往較少，如何使用合理的簡化計算，滿足羣众性水利建設的需要，是應該注意的。

目前我国大小水庫的建造已为数頗多，因此水庫的控制运用即水庫調度問題已日見重要，正确的水庫調度是發揮已建水利措施最大經济实效的重要环节，應該給予足够的重視。

水利計算和规划是直接为水利建設事业服务的技术科学，不論是河流规划方案的編制选定，或是水利设备参数和設計标准的确定，以至水庫調度方法等，有关的因素多，牽涉广，其成果数据又往往对开发地区具有政治經济上的深远影响，因此必須把政治、經济、技术三者結合起来，不能单从技术或經济的片面观点出发，特別在方案拟定和比較選擇中，更須貫徹技术为政治服务的原則。

§3. 我国水利資源开发概况及党在水利事业中的方針政策

我国是一个土地辽闊，物产和資源都很丰富的偉大国家；特别是水利資源方面，由于地处温帶，接近海洋，河流众多，雨量水量亦相当充裕，有着优越的天然条件。从灌溉而言，全国主要河流的入海年总徑流量达26,800亿立方米，如前所述，只要拿其中一半用于灌溉，就可使全国現有耕地每亩得到800立方米的水量，可以保証农作物的高产丰收；在水力資源方面，由于地形地理条件，在西南方有世界屋脊喜馬拉雅山系等，而东方則为各河冲积平原，河流的巨大落差和水量，使我国河川水力資源的理論蘊藏，多

达58,000万瓩,超过美国8500万瓩六倍半;如果以利用系数50~60%計算,就有30,000万瓩的水力可以开发;此外由于我国海岸曲折漫长,具有很多海湾和入海河流,其潮差常达6~7米,故潮力資源蘊藏亦頗可观,其中可利用者占3980万瓩,惟目前尙少开发。在水运方面,由于我国幅員辽阔,河流众多,較大河川(流域面积在1000平方公里以上者)达1598条,河道全长22万公里以上,在内河航运上有巨大的发展前途,据交通部航务总局1958年不完全的統計:已有通航河道总长达15万公里以上,其中特別象长江(全长5800公里)、黄河(4845公里)及珠江等,更是我国内陆交通運輸的大动脉。我国无数重要的大小城市也大多位于这些大小河流之濱,这就充分說明了利用河流开发水利,对于我国經濟与文化建設上的重要意义。

我国水力資源的地区分布也是頗为优越的,水能丰富的河流相当均匀地分布于全国各地,許多重要的工业区和人口稠密区大致都在水电供应范围以内,即使有些不均,也可得到天然的补偿;例如福建及西南缺木材或煤,但水力特丰,北方水力不多,但煤藏甚富,有条件建造火电站。此外,大部河流的自然条件(地形、地质),一般均有利于水电站的建造,有許多适于造坝的峡谷地区,其上游又控制大的流域面积,故較小的工程量能得到大的水头和庫容,单价往往較低。

我国水利資源开发上也存在着某些問題。地区水量分布与土地資源分布上还不能很好适应;目前虽已实施灌溉的地区,仍有不少抗旱能力不足;一般河流流量变化較大,洪水急驟,河流含沙亦較多,因此水旱灾害,頗为严重,一般年份(約五年一遇)易受洪涝灾害的耕地面积約达1亿亩,其中内涝占70~80%,經過近年的整頓,尙未彻底解决。在水力資源上,开发程度也还不高,而由于河谷、平原、滩地开发較久,建造水庫时,淹沒影响也較大。此外由于解放前反动統治阶级不重視与国民經济密切有关的水利事业,故資源和流域的查勘研究工作不足,水文測驗資料也不够完备,这一切使水利工作者們,在迅速开发我国水利的工作中,担負了更重的任务。

以上所述是关于我国目前水利开发情况的总的图景和問題。研究水利資源开发,还必须了解我国水利事业的发展阶段和解放以来党在领导水利建設中的方針政策。

*

*

*

我国水利事业的发展历史,可以說是一部在控制和利用河川徑流上有着特殊工程事迹的光輝历史。从傳說中的四千多年前的大禹治水开始,到公元前都江堰分洪灌溉工程的实施,秦渠、汉渠、唐徕渠等的开凿、羣众性灌溉如水車、井窖和水土保持梯田的开展,南北大运河的开挖,以至各大中河流中下游总长达五万余公里的堤防的陆續修筑等等,都說明着自古以来我国广大的劳动人民,就一直进行着与洪水作斗争,变水害为水利的艰巨工作。而从这些实践中,也累积了丰富的治水經驗和創造,遺留下不少从現在来看还有一定价值的記載文献和治水論著。

但是在封建剝削的旧社会制度下,封建王朝对于即使象防洪治水的重要問題,也只是从巩固其剝削統治着眼,因而只顾目前,不顾根治,对于其他水利措施和水利技术的提高发展,自然就更少关心。

国民党統治时期,虽然对于水利措施方面提出过一些計劃,但大多是紙上空談,因此在水利事业发展上除了一些零星的水庫和电站外,并无多少成績可言。只有在解放以后,由于社会制度的改变,水利事业的方向和規模,才起了根本性的变化。从水利事业

的方针政策来看，还在解放之初的经济恢复时期，党就重视了水利对广大人民群众的切身关系，1950年毛主席发出“一定要把淮河修好”的号召。对于淮河，计划通过一系列工程的建造和控制径流，从根本上改变淮河流域过去大雨大灾、小雨小灾、无雨旱灾的深重灾难。1953年为了减轻荆江大堤北面近千万亩农田的洪涝灾害，又进行了荆江分洪工程。其后又开展了黄河、海河、汉水等流域的综合利用规划，并研究编制长江流域规划。这一时期党的治水方针是既照顾迫切的当前需要，又考虑长远的利益，它和解放前水利工程单纯着重分洪、泄洪、修筑堤防的消极的防灾措施已有了本质的改变，即开始了对天然径流的主动控制和改造。

在这个治水原则的指导下，1956~1957年间，各省(区)(如辽宁、新疆、山东、河北、山西、湖北、湖南、江西、广东、四川、浙江等)的许多水利机构，纷纷开始编制地方河流的流域规划工作，计划和建造了一些大中型水库、灌溉渠系，以及某些电站和分洪蓄洪工程。

1958年党的鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线的提出，促进了全国范围各项事业的巨大跃进，在水利建设上单纯采用依靠国家力量办点线工程以治理河流开发水利的作法，是不能满足工农业发展的需要，于是水利事业也及时的转向了两条腿走路的办法，即在国家举办一些控制性的大中型骨干工程的同时，群众在国家的帮助下，在广大面积上兴修大量的小型工程。

在1958年全国水利建设高潮中，水利工程方面又获得了很大的发展。

1958年8月中共中央关于水利工作的指示中提到“在以小型工程为基础的前提下，适当地发展中型工程和必要的可能的某些大型工程，并使大、中、小工程相互结合，有计划的逐渐形成比较完整的水利工程系统”，在这样的原则下，小型工程将起到培养水源减少水土流失从而保护大中工程的基础的作用，以更好发挥大中工程的骨干作用。总之，应该注意小型与大型，蓄水与排水，群众自筹与国家举办间的关系与安排，使起到互相支援与互相促进的作用。

我国的水利事业，在党的正确方针的指导下，正在以史无前例的速度向前发展，水利是农业的命脉，而电力是工业的先行，因此水利事业的发展速度，在很大程度上关系着工农业生产的巨大高涨，关系着农业为基础，工业为主导的建设方针的贯彻。正是因为这样，党才始终不渝地重视和关怀水利工作的一切方面。

§4. 水利计算和规划的科学发 展简况

关于水利计算和水利规划科学发展的历史，简单地说是和水利事业的发展相适应的，因为，如果不能(即使是最一般地)掌握河流的水情和水旱规律，预测水文条件和未来建筑物的工作情况与效果，就不能正确地进行河流的治理规划，以及正确的设计和实施任一水利措施。但是水利计算和规划作为一种科学的体系来说，它在我国或世界历史的发展上，都还是比较年轻的。在十九世纪以前就水文水利计算来说，虽然从较远的古代人们就已开始利用天然水体进行航运和捕鱼，在天然的急滩和跌降处用简单的工程取得机械原动力，但这时对于水情，只是根据经验毛估，根本没有所谓计算这个名词，更谈不上科学的水文水利分析。有名的都江堰工程建造之前，李冰就只是凭借目测，在岷江旁观察了好几年水势的变化，并以此为基础，制定了分洪灌溉的计划。

从水利规划的角度来看,十九世纪以前(主要是在我国),由于对水旱灾害进行斗争的需要,很早就出现了一些有关治水的“策”、“论”、“议”。例如纪元前几年西汉贾让的治河三策实际上就是当时黄河下游的治理规划,是以防洪为主而又结合了灌溉、航运与盐碱土改良;又如十一世纪单锷等人的“三吴水利书”则论述了太湖流域以除涝、灌溉、航运为目的河网规划。其他有关黄河、淮河下游的治理和修建航运网等,在隋、唐及以后各朝亦均有议论和规划,而且通常也经过查勘,有计划有说明。但是这种“议”、“论”,由于受社会制度及当时科学技术水平的限制,在规划的科学性和原则性上还是粗糙的极不完整的。例如这些“议”、“论”大多封建色彩浓厚,以除害排水为主,兴利只要求满足统治阶级最迫切的赋税要求,因而原始的调节径流的思想,如以沟洫制度来拦蓄地表径流的杰出的想法,虽在二千年前已有,但未能大量推行;利用洼地蓄洪亦只是空谈;在综合利用上,治水目标虽是多方面的,但往往并不设法解决矛盾,或虽设法而解决不了,因而结果还是片面的,例如黄、淮下游,只求维持航运,甚至防洪安全都遭受不利。但最主要的还是社会制度和生产力水平的限制对科学技术发展的决定性影响,当时在技术上的水文资料只是粗估或者凭经验判断,水利计算的原理和方法则更谈不上,因此严格地说还没有现代所说的水利规划和水利计算。

近代所谓的水利计算的科学发展,始于十九世纪末,当时,随着堤坝工程的兴起和工程材料、机械(水轮机等)、电气技术的发展,水文测验工作,开始比较系统地建立,以用来研究河流,于是水文分析和水利计算的雏形也开始萌芽。二十世纪初,由于大量水电站和单目标防洪水库的兴建,促使了河川径流利用理论的初步发展,开始利用水库进行洪水和枯水的调节,于是水文水利计算亦逐渐成为设计的一个独立部分,但这时所用的还是较原始的经验方法,即把过去实测的水文要素当作未来的水文现象,计算的工具采用简单的累积曲线与调洪演算,建筑物的设计亦仅以实测最大和最枯流量为依据,因此河流开发的程度很低,也缺乏安全保证的完整概念,断水停机的现象司空见惯。这一时期关于径流的调节控制和综合利用的思想,虽已提出,但由于水工的发展尚未成熟,水文研究还很缺乏,以及当时社会生产的特性,这种思想没有得到更大的发展。

到二十世纪20年代,由于在经济发展较快的国家(主要是美国),水利工程建筑较多,优良的经济坝址开发已多,高坝技术有所发展,各方面同时用水的要求也有提高,而水工建筑物对满足各用水部门亦有一定的共同性,因此多目标调节的思想开始在美国流传,在这时期哈仁首先提出了应用数理统计理论计算调节的经验方法。但是由于资本主义社会经济制度性质的限制,主要是资本主义生产的盲目无计划性,各独占资本家间的利害冲突矛盾重重,以及对工程实施上独占资本所要求的首先是降低成本,追求利润,而不从全国经济资源开发的总体出发,因此流域开发和综合利用的思想,无法有真正的具体贯彻和实施。正是由于这样,在科学上系统和深入的研究,就不可能得到发展,哈仁的建议也就很快被人忘掉。从那时直到现在,虽然在美国的杂志文献上,也有不少多目标开发的文章,但都是一些零碎的经验,而缺乏方法性和理论性的成果,缺乏系统的总结或完整的体系。

以径流调节和水库综合利用为中心的水利计算,二十世纪30年代逐渐发展成为一门独立的技术科学分支,是在苏联社会主义经济发展的生产实践中完成的;十月革命

以后，苏联的五年建设计划，对水利工作者提出了尽量开发水利资源，增加和保证工业用电、航运、灌溉及给水的多种要求，于是广泛开展了用水文时历法进行流量调节的运算，到1932年克里茨基和曼凯里在解决顿巴斯煤铁基地的给水问题中，提出了以新的数理统计方法研究多年径流调节的问题，使径流调节的科学研究推向了一个新的境界，很多学者参加了这一开拓工作，并在几年后召开了首次全苏径流调节会议。

在同一时期内在水文计算上，解决的途径也起了重大变化，水文测验气象站大有增加，试验工作亦加强，在理论工作上，如径流形成的成因分析，为了定量的研究，数学方法有了推广，此外水力学及机率理论的方法也被大量应用来解决水文问题。

在四十年代以后水利计算特别是水能计算方面的研究向更深更广的方向发展，如河系不稳定流的问题、多年调节、水能计算、水文分析、动能经济及综合利用原则等都有了一定的成果，并且开始了在高等学校中讲授这门课程培养水利计算的专门人材，也设立了不少有关水文水利的研究室，进行多方面的研究活动。

就我国来说，近代的水文分析和水利计算与规划方面的专门队伍和科学研究工作，解放以后才正式发展，解放初期整治淮河、进行荆江分洪及编制黄河流域规划等工作，对水文水利计算提出了很多迫切要求解决的问题，水文水利计算上的经验创造开始逐渐累积，在文献上出现了不少有关这方面的研究介绍。这一时期主要是在学习苏联经验和结合中国实际上做了较多的工作，如暴雨径流、防洪排涝等等。大约从1956年以后，由于水利事业的迅速发展，在流域规划、综合利用水库的设计以及农村水利方面取得了一定的经验。到最近三年来，通过大型水库水电站的设计，以及特别是长江流域规划和大型枢纽水库的设计研究，我们在防洪与发电的配合上，在复杂的梯级水库群的调节计算上，特别是库容分配、蓄放次序、补偿调节等，无论在理论和经验方面，在应用近代数学工具方面都有了很大的发展，丰富了世界科学宝库；而对于大型水库例如丰满等水库的控制运用方面，也有了初步的经验。

但是我国水利资源的大规模开发和河流的改造工作，只能说目前还在开始或正局部进行，有关水利计算和规划上的重大问题，如梯级水库群的有关问题，综合利用中的防洪兴利结合问题，水利动能经济问题，潮力资源的利用问题，以及水库群和水利系统的统一调度与预报调度问题等，都还有待于进一步的研究来丰富和解决，以使我国的水利计算科学，能在密切联系生产实践和运用先进的近代科学技术成就的基础上，获得更大的全面的发展。

第二章 水利計算基本資料的整理

§1. 水利計算的基本資料与河道的徑流特性

(一) 水利計算的三类基本資料

为了进行水利計算，其所需的原始資料可分三类，即水文的、地形、地质的和社会經濟的三种資料。

地形資料是为了确定建筑物如坝和水库的大小和位置以及允許的极限蓄水高程，故需有庫址和坝址的地形图。地质資料用以确定可能的坝址坝段，岩层的安全强度，地震情况等。而水文地质資料则是为了了解地下水的儲量及其动态，研究地面和地下徑流的关系，确定滲漏的可能情况，以及水库浸沒的范围和塌岸等。在进行流域规划，研究河流开发图式时，則应该有全流域的而不仅是一个河段的上述資料。

經濟資料是为了确定国民經济对水利措施的要求。因此应该知道流域的主要經濟情况：如工矿农业的种类及分布，包括目前及未来发展的計劃，水陆交通运输情况，城市及居民点遭受洪旱灾害的情况，动力經濟状况等。特别是各用水部門的具体需水要求。

水文資料作为了解水源情况及其变化的根本依据，从水利計算的角度，又可分为三类：

首先是說明流域自然概况的一般性資料，它使我們可以全面而概括地了解全河的水文概况，因此对流域规划而言是特別有用。这部分主要是流域水文地理方面的資料，例如河系分布、水量及面积增长图、河床及河谷情况、纵断面比降、地貌、土壤及植被等。

其次是直接与水利計算有关的拟定坝址断面处的徑流資料，包括全观测期的流量資料(逐日的或月、旬平均的)和各种特征流量。

最后其他水文气象現象的資料，包括降雨資料(其形式数量、成因及变化特性)、蒸发資料(陆面及水面的)、冰情資料(如封冻开冻日期、冰厚、冰花、冰坝現象的特征等)、固体徑流和化学质的資料及上下游各断面的水位流量关系曲綫。

在上述三类基本資料中最主要的是水文資料，特别是河川徑流的資料，它是水利計算所賴以进行的根据。因为正如工厂的生产中必需掌握原料的质、量情况一样，对水利事业來說，这种原料就是江河的徑流量；只有在分析江河水量及其变化特性的基础上，才能正确规划未来水库的工作情况和河流利用的效益。例如为了保証城市和工业的給水便需知道枯水期流量及其持續時間的长短，为了水利樞紐的安全，确定泄洪門孔，就需分析洪水的大小等。

徑流情况不仅是最重要的，也是最复杂的，因此在分析之初，应该首先了解徑流变化的各种特性及其規律。

(二) 徑流变化的規律及估算

河川徑流的形成是由于三类因素的相互作用，即气象因素、流域的地理地形因素及河床形态和水力学特性。由于这些因素的錯綜变化，互相結合的結果，使江河的水流随着時間而变化无常。为了了解未来水库工作时的水文条件，在长期預报还不能滿意的情