

高等学校試用教科書

徑流調節

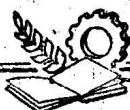
武汉水利电力学院河流綜合利用规划及水利計算教研組編



中国工业出版社

514
73101

高等學校試用教科書



徑 流 調 节

武汉水利电力学院河流綜合利用规划及水利計算教研組編



中国工业出版社

本书介绍径流调节的基本理论和计算方法。全书分八章，包括緒論、水庫及其計算項目、徑流調節計算課題与基本資料、年調節計算、多年調節計算、洪水徑流調節、水庫調度、水庫壅調節計算的基本方法等内容。

本书系根据高等院校农田水利工程专业五年或四年制本科“水文学及径流调节”课程的径流调节部分所需要的内容编写的，經今年三月水利电力部召开的高等学校水利电力类教材工作会议选定作为該专业的教科书；此外亦可供水利系科其他专业的师生及水利計算工作者作为参考。

徑 流 調 节

武汉水利电力学院河流綜合利用规划及水利計算教研組編

*

中国工业出版社出版（北京修業園路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印張7士·字数155,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数0001—2,533·定价(10-6)0.88元

統一书号：15165·341（水电-52）

編 者 的 話

几年来在我院农田水利工程专业开了“徑流調节”这门課，在讲课中我們深深感到需要有一本适合本专业要求的徑流調节教科书。我們也曾嘗試編过几次讲义，但每次都感到所写內容不够滿意，对某些問題处理得不够好。因此編写教科书这一愿望未能实现。

1958年教育革命后，我們在院党委的领导下，坚决地贯彻了党的教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相結合的方針，把教学、科研与生产劳动結合起来，并与生产机关挂了鉤，参加了些有关生产問題的研究工作，通过具体实践与向从事实际工作同志的学习，丰富了我們的实际知識，对徑流調节这门科学在我国的发展与所取得的成就，有了一些体会与認識，从而就更增添了編写教科书的信心。

在今年三月水利电力部召开的高等学校水利电力类教材工作会议上决定由我院有关教研組負責編写农田水利工程专业适用的徑流調节教科书。会后我組在院党委的领导下，集中力量在不长的時間內，完成了全部改編审定工作。

本书的編写，是以我院現用的讲义为基础，主要参考了长江流域规划办公室水文水利計算室編的《河流綜合利用水文水利計算》，华东水利学院編的《水利計算与规划讲义》，天津大学水利系編的《水力发电讲义》。这三本书对我們編写工作有很大的帮助，在此特向編該书的同志致以謝意，在本书中引用其中的內容时也就不再一一注明。对参加編写工作的两位进修教师李惠明和李淑香同志在此也一并致謝。

本书共分八章，原拟用30~32学时讲授完。讲授时如感时间不足，可将一、二、三章内某些部分与第八章全部省略，但应确保第四、五、六章讲深讲透（特别是基本概念与基本方法）。

本书有小号字排印部分，该部分仅供参考用。同学阅读时如感时间不够，这一部分可以首先省略。

为了使所讲的内容得到很好的巩固与消化，建议作4~5个习题，内容应着重在年调节、多年调节及洪水径流调节计算的基本锻炼上；一般年调节可作1~2个习题（列表计算法和图解法），多年调节可作1~2个（萨氏法与变动用水），洪水径流调节可作一个（变泄量并考虑短期预报）。

由于编写时间仓促与我們水平有限，本书内可能存在不少缺点和错误，希望用这一本书的兄弟院校与读者给以批评指正，以便再版时修正。

武汉水利电力学院河流綜合
利用规划及水利計算教研組

1961年4月

目 录

編者的話

第一章 緒論5

§ 1-1 徑流調節的意義及其基本理論5

§ 1-2 水利建設的生產實踐和徑流調節科學發展的關係10

第二章 水庫及其計算項目13

§ 2-1 水庫及其主要組成部分15

§ 2-2 水庫的地形特性16

§ 2-3 水庫的特征水位和容積組成20

§ 2-4 水庫的水量損失25

§ 2-5 水庫的淤積29

§ 2-6 水庫區的淹沒和浸沒35

第三章 徑流調節計算課題與基本資料38

§ 3-1 徑流調節的分類38

§ 3-2 徑流調節計算的一般課題及基本資料43

§ 3-3 國民經濟用水部門的需水量47

第四章 年調節計算60

§ 4-1 徑流年調節的一般概念和計算方法60

§ 4-2 年調節計算的時歷列表法63

§ 4-3 徑流累積曲線的繪制和特性76

§ 4-4 年調節計算的時歷圖解法86

§ 4-5 調節流量和有效庫容的保證率97

§ 4-6 設計年的選擇100

第五章 多年調節計算103

§ 5-1 概說103

§ 5-2 多年調節計算的時歷法104

§ 5-3	多年調节計算数理統計法介紹	107
§ 5-4	頻率曲綫的組合	110
§ 5-5	多年調节数理統計法的主要計算方法	115
§ 5-6	多年調节水庫年庫容的确定	131
§ 5-7	变动用水定額的多年調节計算	139
第六章	洪水調节計算——水庫調洪計算	155
§ 6-1	概述	155
§ 6-2	水庫調洪計算方法	158
§ 6-3	考虑預报的調洪計算方法	182
第七章	水庫調度	190
§ 7-1	水庫調度的意义	190
§ 7-2	防洪与兴利关系的分析	192
§ 7-3	水庫調度图的繪制	196
§ 7-4	利用預报进行水庫調度	210
第八章	水庫羣調节計算的基本方法	215
§ 8-1	水庫羣的意义和类型	215
§ 8-2	梯級水庫調节計算的方法	217
§ 8-3	并联水庫联合工作情况的分析	228

第一章 緒 論

§1-1 徑流調節的意義及其基本理論

学习了水文学以后，我們对于水的运行和变化規律，特别是地面徑流規律，有了較多的認識。馬克思說：“哲學家們只是用不同的方式說明过世界，而問題却在于要改变世界。”^① 由此可見，認識客觀規律并不是我們的最終的目的；而是为了更好地利用客觀規律为人类謀福利。因而在我們認識了徑流的規律以后，就要改造和控制徑流，使它为人民服务。水是人類生活必不可少的物质原素。水利資源是國民經濟建設中的重要資源。我們可以通过徑流調節改造徑流的天然状态，把天然徑流按照我們的需要加以調整分配，除其害、兴其利，使水利資源得到开发。

一、徑流調節的意義

河流、湖泊、地下水、海洋、冰川等水体，特别是河川徑流，作为一种資源來說，有以下几个特点：

1. 具有水利和水害两面性 江河湖泊既可以利用于經濟建設，也可能带来洪水和漬澇等災害。水利工程，如水庫等，它主要的一面是开发水利，但另一方面也有淹沒淤积等不利作用。

2. 可以多方面利用 許多國民經濟部門以各种不同方式

^① 《馬克思恩格斯文选》（两卷集），苏联外国文书籍出版局莫斯科1955年版 第404頁。

利用水，如城乡居民和工业用水以及农业灌溉用水都消耗一定水量；水电站和水力站只利用水的能量，航运和渔业只利用水体的存在，它們都不消耗水量(或消耗很少)。利用时往往是一水多用，同时达到几方面的目的(綜合利用)。

3.无限期供应(从水循环看) 作为生产资料来看，由于水的循环变化，它和矿藏等資源不同，一旦开发，即可长期利用，取之不尽，用之不竭。

4.随时变化 由于水文規律的复杂性，江河水量年內或多年变化較大，利用时难以准确預測。現時对变化的控制还未得到很好的解决。

5.有地区性 一方面，水利資源蘊藏量和它的特点因地区自然条件不同而不同；另一方面，开发利用的方式也因地区自然条件和社会經濟条件的不同而各有差别。

必須指出，不同社会制度的国家对水利資源的利用也是不同的。只有社会主义国家才能兴利、除害，充分地綜合利用水；全面开发，长期地利用水；改造自然条件，使它更有利于开发。

开发水利的技术措施中，徑流調节是主要的一种，它針对上述特点，改变徑流的天然状态，解决供和需的矛盾以利經濟建設的发展。“徑流調节”这一名詞有广、狭两个涵义。广义的徑流調节“系指人类对于地面和地下徑流的自然过程的所有有意識的干涉；系指人类对于地面及地下水流动运动的流速和水位的所有人工的改变(重新分配)”。^①就这一意义來說，一般水利工程几乎都可以看作徑流調节的具体措施。例

① M.B.波塔波夫著，《徑流調节》(中譯本)，高等教育出版社，1956年版，第11頁。

如灌溉的任务就是从地面或地下水源（河流、湖泊、泉、井等）取水，浇灌缺水的土地；水分经土壤吸收后消耗于蒸发、散发和补给地下水。这一过程拦蓄了地面径流，削减了地面径流量。反之，排水措施则是加速地面径流或把一部分地下水变为地面径流。其余如防洪、发电、给水和航运等工程都直接间接影响天然径流，都起了调节径流的作用。

我国水利建设高潮中，为农业水利化而采取的一系列措施，如山区的水土保持，丘陵区水利系统（长藤结瓜等），平原湖泊洼地的河网化等等，大多数是通过改变径流形成条件以改变水源状况和径流形成过程，目的是蓄集全流域的天上、地面、地下等水源，进行调配，满足综合利用的要求。这是有目的、有计划的全面系统地调节径流，是水利化的根本措施，是改造自然的一项伟大工作。这是径流调节的一个巨大发展。

本课程所讲的主要是狭义的径流调节，“系指地面河流流量在时间上的重新分配，即是为了适应社会主义建设和社会主义经济的利益用人工方法在不同时期中增加或减少天然日常流量。”^①当然这也包括地面径流在空间上的重新分配，这和时间上的重新分配是互相结合分不开的。空间上的重新分配是把某地区多余水量引到缺水地区，以有余补不足。为了达到上述目的我们必须修建某些水工建筑物，主要是蓄水建筑物——水库，和引水建筑物。根据国民经济部门的要求，需要减少河流流量时，可以用水库暂时蓄存；需要增加流量时，可以将存水放出；在地区间可以根据需要，引水到需水

① M. B. 波塔波夫著，《径流调节》（中译本），高等教育出版社1956年版，第11页。

地区或預先引蓄一部分到該地区备用；使供需在時間和空間上的矛盾获得解决。狹义的徑流調节在水利建設中虽不是一个独立部門，可是在許多部門中都是一个重要措施，而且愈来愈显得重要。目前一切大規模的水利問題差不多都是在徑流調节的基础上解决的。

和上述水利資源的特点对照来看，徑流調节可以降低汛期洪水减除灾害，提高枯水流量来兴利，通过有計劃的蓄泄可以满足多方面的綜合利用，通过蓄泄可以使河川徑流按人們的要求变化，通过引水可以調配地区間的水量。

二、徑流調节在国民經济建設中的作用

从上面所述的涵义不难看出徑流調节在国民經济建設中的作用和意义是巨大的，特别是下列三方面是极其重要的：

1. 河流經人工控制改造后才能提高經濟价值，充分开发利用，河流的开发可以推动流域內的全面經濟建設。

2. 通过徑流調节可以达到綜合利用的目的。最有效地綜合利用天然資源是社会主义建設的一項重要原則，也是在社会主义制度下治理开发河流的一个极重要的原則。徑流調节可以根据国民經济发展計劃，全面规划，統筹兼顧，考虑各部門需要，从而最經濟有效地利用水利資源。

3. 徑流調节是消灭洪澇和干旱灾害的积极有效办法，也是一个根本办法。和其他消极性防洪工程不同，它既可以調蓄洪水，根除洪水灾害，还可以利用洪水来兴利。

三、徑流調节課程內容

徑流調节措施借修建專門的水工建筑物(坝和水庫等)控制并重新分配河川徑流以适应各用水部門的需要，它的計劃設計应当包括两个主要方面：

1. 水庫或水庫羣及其他設施作为水利建設或河流开发的

組成部分，應有的整體規劃和設計。規劃設計中包括一系列的水利計算。

2. 水庫及其他設施的各項建築物，如壩、取水建築物、泄水建築物、引水渠等等的設計。

上述的第二項在水工建築物等課程中講授。本課程所涉及的是第一項，主要內容是有關調節的基本原理，着重研究水利工程設施（主要是水庫）的合理工作方式，也就是分析它的生產過程，探求利用徑流的最有效方式；同時研究設計這一過程的方法。具體地說：是根據河川徑流特性、水庫特性和各部門用水特性論述調節徑流的方式方法和它的計算方法。

徑流調節的基本理論也可以說是水利計算（水利經濟計算）的一部分。水利計算的涵義較廣泛。它的涵義是：為了興建最適當的水利工程來調節徑流，必須對河流水文情況、用水部門的用水要求、調節方法、經濟論證等有關問題進行分析計算，設計出建築物和設備的工作狀態。這些工作狀態決定工程的政治經濟效益。水利計算的結果是結構設計的依據，由它可以決定壩高、溢洪道斷面尺寸、水電站裝機容量和引水渠道的基本尺寸等等，以及建築物和設備的運用程序和操作規程。所以水利計算的具體任務是：根據水文計算成果擬定適當的水利措施與河段開發程序，確定水利措施的水利經濟效益（能供應的水量或電量等）；確定必要的建築物及設備的大小和容量，制定建築物及設備管理制度；還必須計算水利樞紐及附近地段自然情況變化及某些局部經濟損失，如水庫回水淹沒問題、電站下游不穩定流問題以及淤積和蒸發損失問題等。

水利計算對上列任務要逐一具體計算，經濟效益的論證

計算占很主要的地位。徑流調節的論證計算是水利計算中關於水量調配及其有關水庫的一些計算，其他問題只是附帶涉及。

§1-2 水利建設的生產實踐和徑流調節科學發展的關係

一、我國的水利事業

我國水利資源非常豐富，流域面積在1,000平方公里以上的河流有1,500多條，總長度達200,000公里以上。全國河流的年平均徑流總量約有26,800億立方米，拿出一半來用於灌溉，就可使全國現有耕地每畝得到800立方米的水量，可以保證農作物的高產穩收。水力資源總蘊藏量達5.8億瓩（加上潮汐水力，超過6億瓩），比美、英、法、德、日、加拿大六國的總和還要多。

在地區分布上，我國的南方和西南的年水量比北方和西北干旱地區的年水量約多10倍。在季節分配上，我國很多地區冬春干旱，夏季雨量占全年雨量的50%以上。河川徑流季節變化亦大，華北平原各水系平均年徑流總量的50%集中在夏季。各主要河流年徑流變化，如以豐水年年徑流量和枯水年年徑流量相比，相差數倍至十餘倍不等。

以上說明了我國天然水利資源雖很豐富，但必須經過大力開發，才能服務於國民經濟建設。同時由於分布的不均勻性，徑流調節愈顯得重要。至全國解放時為止，我國勞動人民幾千年來雖然做了不少水利工程；可是在長期的封建統治以及國民黨反動統治下，大量開發水利是不可能的。因此解放前我國人民長期遭受水旱災害的襲擊。僅根據黃河流域不完全的統計，解放前的三千多年間發生水災1,500多次，旱災1,070多次，每次都有若干萬人饑餓死亡。

解放后，在党和毛主席的正确领导下，我国人民在进行社会主义革命和社会主义建设的同时，向自然灾害展开了大规模的、全面的斗争。在土地改革运动和农业合作化运动中一次又一次地掀起了群众兴修水利的高潮。特别是1958年以来在总路线、大跃进、人民公社三面红旗的光辉照耀下，在党的“以蓄水为主、小型为主、群众自办为主”和“大中小型工程相结合”的方针指导下，充分调动了亿万群众的积极性，使水利建设得到空前的发展。

从1949年到1959年“十年总计修建蓄水一亿立方米以上的大型水库六十座，中小型水库和渠道四百多万处，整修堤防十二万多公里，兴修塘坝一千五百多万处，凿井一千多万眼，共完成土石方量八百多亿立方米，用劳动工日四百多亿个。由于以上工程，全国灌溉面积，已由1949年的二点四亿亩增加到十亿亩左右，占耕地总面积的60%以上；全国初步控制水土流失的面积达到六十万平方公里，占水土流失总面积的40%；初步治理洼涝地区二点一亿亩，占易涝耕地面积的55%；并发展农村水电十五万千瓦”。^①

1959年以后，我们又修建了许多工程。已经兴修的水利工程经过配套成龙，也将逐渐发挥更大的效益。在江河治理方面，十多年来我们初步制止了严重的洪水泛滥，开始了对淮河、黄河等主要河流的根本治理。以黄河为例，在国民党反动派统治期间，黄河平均每年决口三处以上，其中1933年大水决口五十余处，淹地一万一千平方公里，受灾人口三百六十四万余人。解放后黄河堤防年年战胜洪水，欢庆安澜，

① 水利电力部副部长李葆华：“高举红旗、大搞水利运动”。见《辉煌的十年》，人民日报出版社1961年1月第一版，精装本第319页。

1958年黄河发生与1933年相仿的洪水，全河没有发生一处决口。为根治黄河修建的三门峡水利枢纽，1959年开始部分拦洪，1960年起它发挥了更大作用。在黄河下游两岸，开辟了纵横灌渠，灌溉农田两千万亩。黄河将很快地变成我国人民幸福的象征了。

还必须指出：“为了全面、彻底地解决水旱灾害，综合开发水土资源，就必需发动亿万人民，在自己所在的土地上，广泛地治山治水，从山顶治到山脚，从河源治到河尾，在雨水降到地面后，就节节拦蓄，节节控制，节节利用，使水害变成水利。根据这样的要求，治水方针必须是以蓄水为主，以小型为主，以群众自办为主的‘三主’方针”。^①

径流调节措施在贯彻“三主”方针中是一个重要手段，因为它是以前在点（水利枢纽）、线（河流）、面（广大面积）上节节拦蓄控制为主的措施。广大劳动人民在实践中，在“三主”方针的指导下，还创造性地为充分拦蓄控制、利用水源和解决山区丘陵区、平原低洼区的水利问题找到了方向。这些也都是属于调节径流工作的。

十多年来我们虽然取得了如上所述的伟大成就，但与今后社会主义建设的需要比较起来只能算是这个伟大事业的开端。我国地域广阔，各个地区的自然条件极不相同，目前我们对各个河流的治理开发还是不平衡的，有些河流已经能控制较大的洪水，有些河流则只能防御普通的洪水。在水源不足的地区还严重地受到干旱威胁。在水源较多地区，也要更多的蓄水才能调节全年水量，解决交替发生的旱涝灾害。同

^① 水利电力部副部长李葆华：“高举红旗，大搞水利运动”，见《辉煌的十年》，人民日报出版社，1961年1月第一版，精装本第320、322页。

时除害兴利的标准还要随着国民經济建設的发展而逐漸提高。农业是国民經济的基础，在全党全民大办农业，大办粮食的偉大号召下；更多、更快、更好、更省地兴修水利是全国人民的一项光荣任务。

二、徑流調节科学的发展

正如其他科学一样，徑流調节科学的发展也是和生产实践的发展密切联系着的。它的发展情况也可以說和水利事业的发展相适应。我国利用湖泊、水庫、河网来蓄水調节徑流，已經有了一两千年的历史；但在封建社会，由于受到社会制度落后和生产实践不足的限制，徑流調节科学不能得到应有的发展，只能用粗估或凭經驗大致判断来代替現在的設計計算。严格說起来，还没有現在所說的水利計算。

在国外这门科学也发展得很晚，十九世紀末才开始萌芽。利用水庫調节河川徑流和发展一些理論是二十世紀的事。二十世紀二十年代多目标調节的問題在美国虽受到注意，但在資本主义社会中不可能从整个国民經济的需要着眼，全面开发水利資源；也不可能实现流域治理的全面规划和綜合利用；因而这门科学就不能得到系統地发展。

1933年徑流調节才有系統的专门著作出版(M.B.波塔波夫着《徑流調节》)。四十年代以后，水利計算在各方面，如不稳定流問題、多年調节、水文分析、动能經济和綜合利用原則等，都有了一定发展；河川徑流調节和利用的理論骨架才建立起来。

中华人民共和国成立后，由于水利建設的飞跃发展，和辯証唯物主义在科学中所起的决定性作用，水文科学的水平迅速提高，徑流調节和水利計算也就具备了跃进基础。自1954年編制黄河流域规划时起，几年来各主要江河都进行了

规划。各中、小河流和省、专、县、社的水利规划也在普遍编制。这使径流调节和水利计算都积累了丰富经验。应该再一次指出的是，由于“三主”方针的正确指导，群众性水利运动的开展，正如前面所提到的，我们对径流的调节已不仅限于河流(线)的调蓄，而是系统地在大面积上(面)节节进行调蓄，线面结合，并且逐渐发展成一个大、中、小型工程相结合的巨大水利系统。在系统中径流得到充分调蓄和利用。对不同地区提出了不同开发方式和相应的水利系统。例如，山区、丘陵区推广以修建中小型水库群为中心的水利化措施；水土流失地区则采取工程措施和生物措施相结合，沟坡兼治，集中治理等一套方法；在西北内陆采取山区修水库，戈壁滩上衬砌渠道防止渗漏以及打井挖泉充分利用地下水，加速融化积雪和冰川等办法；平原低洼地区则采取开挖河网来实现蓄水、除涝、灌溉、通航、发电等综合利用的目的。这些措施既是生产实践中得来的成果；同时也就是辩证唯物主义的指导思想在实践和科学技术上得到贯彻的结果。所以能因时因地把利用水方面的各种矛盾辩证地统一起来，达到综合利用的目的。

径流调节理论和计算方法也相应有所提高，特别是在综合利用的水利计算和水库调度等方面。

但是现有理论，无论在深度和广度上都还不能解决生产实践中所有的问题，在社会主义建设大跃进中更是理论赶不上实践。例如上面所讲的各种水利系统中的调节和广大劳动人民创造性地提出的各种新调节方式，它们的理论和计算都有待于充实提高。