

水利工程概論讲义

陈可一編

高等教育出版社



水 利 工 程 概 論 講 義

陳 可 一 編

高 級 教 育 出 版 社



水利工程概論讲义

陈可一編

高等教育出版社出版 北京琉璃廠170号

(北京市發行出版業營業許可證出字第054号)

京华印書局印刷 新华書店总經售

統一書号15010·461 開本850×1168 1/32 印張5 5/16 字數126,000 印數0001—3,000
1957年6月第1版 1957年6月北京第1次印刷 定價(10)¥0.85

目 录

前 言	5
緒 論	7
§ 1. 水利工程科学的含义	7
§ 2. 水利资源的综合利用	9
§ 3. 水工建筑物的特点	11
§ 4. 水利工程發展簡史	12
§ 5. 祖國的水利資源及水利工程建設概況	14
第一章 水利工程——建筑工程的一个方面	22
§ 1-1. 作用于水工建筑物上的力	22
§ 1-2. 水工建筑物的稳定性和坚固性	23
§ 1-3. 水工建筑物的地基及地質条件的意义	25
§ 1-4. 水工建筑物的主要建筑材料	26
第二章 水文学概要	31
§ 2-1. 自然界水的循环, 水量平衡	31
§ 2-2. 河流	34
§ 2-3. 河流的水位、流速、流量和年徑流量	37
§ 2-4. 河流挟帶的泥沙、輸沙量	41
§ 2-5. 水文預报、水文学發展的方向	42
第三章 河川水利樞紐中的主要水工建筑物、徑流調節	44
§ 3-1. 河川水利樞紐的概念	44
§ 3-2. 利用水庫来調節徑流	47
§ 3-3. 水利樞紐中的主要建筑物及其分类	50
§ 3-4. 壩的分类	51
§ 3-5. 非溢流壩	52
§ 3-6. 溢流壩	59
§ 3-7. 閘門	62
§ 3-8. 河岸上及壩体内的泄水建筑物	65
§ 3-9. 輸水建筑物和首部建筑物	66
第四章 水力發電	70
§ 4-1. 利用水力来發電的意义	70
§ 4-2. 各种型式的水力發電站举例	71
§ 4-3. 水力發電站的容量和發電量	74
§ 4-4. 徑流調節对水力發電的意义、水能計算	76
§ 4-5. 水力發電站的基本布置型式、河流的梯級开发	78
§ 4-6. 水力發電站的主要水工建筑物	81
§ 4-7. 水力發電站的基本动力設備	86

第五章 灌溉、排水和防洪工程	92
§ 5-1. 引 言	92
§ 5-2. 灌溉用水量, 灌水方法	94
§ 5-3. 灌溉系统及灌溉系统上的建筑物	95
§ 5-4. 排水	100
§ 5-5. 水土保持	103
§ 5-6. 防治洪水的灾害	106
第六章 给水工程 and 下水工程	110
§ 6-1. 给水工程的意义	110
§ 6-2. 给水系统及其主要建筑物	110
§ 6-3. 工业企业给水的循环系统	114
§ 6-4. 下水工程	115
第七章 渔业水利	117
§ 7-1. 河川水工建筑物对渔业的影响	117
§ 7-2. 过鱼建筑物	118
§ 7-3. 人工殖鱼	119
第八章 内河水道	121
§ 8-1. 水上运输的特点	123
§ 8-2. 航运和木材浮运	122
§ 8-3. 天然水道及其航行条件的改善	124
§ 8-4. 河流的闸化	127
§ 8-5. 通航运河	131
§ 8-6. 河港	133
第九章 海陆工程	135
§ 9-1. 引 言	135
§ 9-2. 海岸的自然条件	136
§ 9-3. 海港	139
§ 9-4. 防护建筑物	142
§ 9-5. 码头建筑物	144
§ 9-6. 修船和造船企业的水工建筑物	146
第十章 水利工程的勘测、设计和施工	149
§ 10-1. 勘测工作	149
§ 10-2. 水利工程的设计	153
§ 10-3. 水利工程的试验研究工作	155
§ 10-4. 水利工程的施工特点, 施工期间的导流	156
§ 10-5. 土方施工	160
§ 10-6. 土工水力机械化	163
§ 10-7. 石方施工	165
§ 10-8. 混凝土工程的施工	165
§ 10-9. 海上水工建筑物的施工	167
結束語	169



水 利 工 程 概 論 講 義

陳 可 一 編

高 級 教 育 出 版 社



水利工程概論讲义

陈可一編

高等教育出版社出版 北京琉璃廠70号

(北京市發行出版業營業許可證出字第054号)

京华印書局印刷 新华書店总經售

統一書号15010·461 開本850×1168 1/32 印張5 5/16 字數126,000 印数0001—3,000
1957年6月第1版 1957年6月北京第1次印刷 定價(10)¥0.85

目 录

前 言	5
緒 論	7
§ 1. 水利工程科学的含义	7
§ 2. 水利资源的综合利用	9
§ 3. 水工建筑物的特点	11
§ 4. 水利工程發展簡史	12
§ 5. 祖國的水利資源及水利工程建設概況	14
第一章 水利工程——建筑工程的一个方面	22
§ 1-1. 作用于水工建筑物上的力	22
§ 1-2. 水工建筑物的稳定性和坚固性	23
§ 1-3. 水工建筑物的地基及地質条件的意义	25
§ 1-4. 水工建筑物的主要建筑材料	26
第二章 水文学概要	31
§ 2-1. 自然界水的循环, 水量平衡	31
§ 2-2. 河流	34
§ 2-3. 河流的水位、流速、流量和年徑流量	37
§ 2-4. 河流挟帶的泥沙、輸沙量	41
§ 2-5. 水文預报、水文学發展的方向	42
第三章 河川水利樞紐中的主要水工建筑物、徑流調節	44
§ 3-1. 河川水利樞紐的概念	44
§ 3-2. 利用水庫来調節徑流	47
§ 3-3. 水利樞紐中的主要建筑物及其分类	50
§ 3-4. 壩的分类	51
§ 3-5. 非溢流壩	52
§ 3-6. 溢流壩	59
§ 3-7. 閘門	62
§ 3-8. 河岸上及壩体内的泄水建筑物	65
§ 3-9. 輸水建筑物和首部建筑物	66
第四章 水力發電	70
§ 4-1. 利用水力来發電的意义	70
§ 4-2. 各种型式的水力發電站举例	71
§ 4-3. 水力發電站的容量和發電量	74
§ 4-4. 徑流調節对水力發電的意义、水能計算	76
§ 4-5. 水力發電站的基本布置型式、河流的梯級开发	78
§ 4-6. 水力發電站的主要水工建筑物	81
§ 4-7. 水力發電站的基本动力設備	86

第五章 灌溉、排水和防洪工程	92
§ 5-1. 引 言	92
§ 5-2. 灌溉用水量, 灌水方法	94
§ 5-3. 灌溉系統及灌溉系統上的建築物	95
§ 5-4. 排水	100
§ 5-5. 水土保持	103
§ 5-6. 防治洪水的災害	106
第六章 給水工程 and 下水工程	110
§ 6-1. 給水工程的意义	110
§ 6-2. 給水系統及其主要建築物	110
§ 6-3. 工業企業給水的循环系統	114
§ 6-4. 下水工程	115
第七章 漁業水利	117
§ 7-1. 河川水工建築物对漁業的影响	117
§ 7-2. 过魚建築物	118
§ 7-3. 人工殖魚	119
第八章 內河水道	121
§ 8-1. 水上运输的特点	123
§ 8-2. 航运和木材浮运	122
§ 8-3. 天然水道及其航行条件的改善	124
§ 8-4. 河流的開化	127
§ 8-5. 通航运河	131
§ 8-6. 河港	133
第九章 海陆工程	135
§ 9-1. 引 言	135
§ 9-2. 海岸的自然条件	136
§ 9-3. 海港	139
§ 9-4. 防护建築物	142
§ 9-5. 碼頭建築物	144
§ 9-6. 修船和造船企業的水工建築物	146
第十章 水利工程的勘测、設計和施工	149
§ 10-1. 勘测工作	149
§ 10-2. 水利工程的設計	153
§ 10-3. 水利工程的試驗研究工作	155
§ 10-4. 水利工程的施工特点, 施工期間的导流	156
§ 10-5. 土方施工	160
§ 10-6. 土工水力机械化	163
§ 10-7. 石力施工	165
§ 10-8. 混凝土工程的施工	165
§ 10-9. 海上水工建築物的施工	167
結束語	169

前 言

高等工業学校水利工程系各專業一年級的学生要學習一門“水利工程概論”。这一課程的主要目的是給予学生关于水利工程建設的基本概念。对于水利工程系一年級的学生來說，學習这门課程有很重要的意义，这是因为：

第一，当学生对自己未来的工作有所了解以后，才能够想像到學習各个方面的科学技术知識的重要性，想像到学校中各門基础課程和專業課程之間的联系。

第二，学生可以通过这一課程扩大技术方面的眼界。当学生开始接触到水利工程中的一些技术問題以后，就有可能从一年級开始，自觉地各个方面逐漸累积起必要的知識。

此外，这一課程可以促使学生对專業發生兴趣和热爱。这种兴趣和热爱將是他們以后在學習和工作中获得巨大成績的保證。

本書就是为了达成这些任务而編写的，它可以作为“水利工程概論”的教學用書，也可供进修水利科学技术知識的一般讀者作參考。

編写本書时所利用的主要参考書是1955年版Н. П. Лужинковский教授主編的“Введение в гидротехнику”。在編写第三章以后的各章时，并參閱了水利工程各个部門的專業書籍。此外，还利用了闡述我国水利工程問題的各种文献和資料，以及参考了苏联專家А. А. Касарсон在大連工学院講授“水利工程概論”課程时的講稿。

本書是在大連工学院水利工程系許多同志的关怀和幫助下写

成的。在接閱初稿時，王志超、夏允積、曹善安和王玉枝等同志提供了很多有益的意見，編者對他們表示深切的感謝。

對本書的批評或意見請寄交大連工學院水利工程系。

大連工學院 陳可一

1957 年 1 月

緒 論

§ 1. 水利工程科学的含义

水利工程——俄文称为“гидротехника”，源由两个古希腊字 ὕδωρ (水) 和 τεχνη (技术) 組成，由此可知，这是一門与水有关的技术科学，是关于使用和支配水的一門科学。

按現代科学的意义來說，水利工程就是关于借助于水工建筑物合理地利用天然水利資源(海洋、河川、湖泊、地下水)，并与水害进行斗争的科学。換句話說，所謂水利工程就是关于水利資源的合理利用、水工建筑物的修建和管理方法方面的科学。

水利資源可以用于各种不同目的。

还在远古的时候，人类就利用水来为航运服务——利用河流、湖泊、和海洋的水作为航路以运输貨物和旅客。

水流所蘊藏的能量是用之不竭的动力。將这些能量轉变为电能以后可以供应各个地区工、农业和运输事業的需要。

用水来灌溉干旱的土地及排除土地中多余的水，对于农业生产有着重大的意义。

水还可以用来解决工业用水和居民生活用水的問題。

对于發展漁業，对于开展体育运动以及对于衛生等其他措施，水都起着極大的作用。

但是，水不仅只帶來益处，同时它作为一种自然現象时，也可能帶來巨大的灾害——例如山洪暴發、台風、暴雨等常冲毀河岸和沿岸的建筑物。許多农业地区因激流而冲去土壤表面的肥土層，帶走植物所需的有益礦物質。河水氾濫引起水灾而淹沒广大地区。因此，除了設法利用水以外，和水的破坏作用进行斗争也是水利工

程的一項任務。

在現代社會各種需要的極端多樣的情況下，水利工程也是循着很多劃分得相當明確的方向發展着的。根據水利資源利用的各種不同目的，其基本方向大致可分為：(1)水上運輸，(2)水力發電，(3)水利土壤改良，(4)給水和下水，(5)漁業水利等。

在地球上，水的蘊藏量是巨大的。根據 M. M. 葛立興教授的統計數據，地球上蘊藏的總水量達 13 億立方公里以上。這些水主要是在海洋中，河川中只有一小部分。河川每年的徑流量約為 30000 立方公里。從多方面滿足國民經濟需要的觀點來看，河流的作用較之海洋更大些。

地球上水的儲藏量在各個地區的分布是不均勻的。河流的分布也是不均勻的。有的地區降水很豐富，河流很多，水量很大。但是在干旱區（例如在半沙漠和沙漠地帶），降水量極少。此外，大部分河流的流量隨着時間急劇地變化，洪水時期所流過的水量要比枯水時期大得多。

因此，必需建造水庫以調節水量，必需研究各個地區、各個部門合理地分配和使用水的問題。關於這一問題的研究在水利工程這門科學中占有十分重要的地位，水利工程科學中的這一個部門通常稱為水利經濟。

無論是為了利用水利資源或是為了和水害作鬥爭，都要建造相應的建築物。例如為了利用水流中的能量，必須建造抬高水位以形成水頭的壩和建造水力發電站；為了航運事業，必須建造航道標志、碼頭、防波建築物和為修、造船用的特种建築物，對於內河航道還要疏浚和整治河床、建造通航船閘等建築物。同樣地，為了灌溉、排水、防洪等其他目的的水利事業，也都必須建造相應的特种建築物。所有這些建築物都稱為水工建築物，各種水工建築物是水利建築工程師研究的主要對象。

§ 2. 水利資源的綜合利用

必須着重指出，水利資源可以綜合地利用，也就是可以同时用在不同的目的上。例如：河流可作為航道和能的來源，給水和灌溉，以及作為漁場等。在很多情況下，水利工程建設給各个水利部門同時帶來利益，這是很自然的事。例如：河流上建造起一個大水庫，不但可以攔阻洪水，減少和消滅下游的災害，還可以調節灌溉、發電等用水，改善航運條件和發展漁業等。

但是，在水利經濟中，貫徹綜合利用原則是一件複雜的事，因為有一些部門，例如自來水要求均勻地供水，而其他部門，例如灌溉又要求周期地供水。國民經濟的各个不同部門有時需水量很大，而河水常常不能滿足它們用水的需要等等。在這種情況下，就必須從整個國民經濟的利益出發來解決問題，那些部門應優先供水，那些應加以限制。有時組織所謂徑流改道，設法引用鄰近河流的水源來綜合地利用。這樣就必須將兩條河流流域的水利經濟計劃加以協調。

不僅在用水量方面，有時不同水利部門在水位方面或水工建築物地點方面也會引起矛盾，例如對發電來說，要求在汛期盡量多蓄水，以供枯水期使用，而防洪卻要求水庫在汛期內降低到一定水位，以備隨時攔蓄洪水。

實現河流的綜合利用，在資本主義國家是不可能做得很合理的。在資本主義經濟制度下，河流開發要牽涉到很多土地所有者和工業企業所有者的利益。要使某一水利工程建設同時得到有關方面都同意，那是非常困難的，希望他們協商解決某些矛盾問題，那更是不可能的事。鐵路壟斷資本家和電力壟斷資本家經常反對水電站的建設，其原因不外乎是這樣做就不利於壟斷資本家。例如，美國摩根的“美國電力電燈公司”的分公司“蒙泰拉公司”，曾拒絕改造密西西比河流域的水利計劃，但是誰都知道：這一改造可以

供給国家廉价的电力,供給灌溉用水,使得广大地区的居民摆脱具有破坏性和周期性的水灾。又如著名的尼加拉瀑布有着500万仟瓦的位能,本来是一个完整的水力资源,但却被七、八个大大小小的属于不同资本家的水电站在不同时期和不同利润的计算下,零敲碎打地分割开发了,使得河流全部的潜在能力被利用的还不到百分之十五。资本家们千方百计地阻碍建立统一的大的电力系统。

只有在社会主义经济制度下,才能够最完善地实现河流的综合利用。在社会主义的计划经济的条件下,没有土地及工业企业的私人所有制,只有一个主人——国家,实现水利资源综合利用的原则是非常方便的。

社会主义制度使得有可能全面地、合理地计划水利事业的发展。可以消除与整个水利资源利用不协调的建筑物的拆毁与改建的工作,可以避免因为事先考虑不周而带来的补充建设工作。

下面是正确地综合解决水利工程问题的例子:我国根治黄河并利用其水利资源的综合工程的计划,可以使得永远消除水灾,同时取得大量廉价的电能,使黄河成为从河口到兰州的全长内能航行巨大船舶的通航河流,增加灌溉土地一亿多亩,以及解决一系列有关头等重要意义的国民经济的问题(参阅图4—12)。在苏联,为欧洲部分建立统一的水运系统的综合问题得到了非常出色的解决,用内河水道将苏联欧洲部分的五个海联结在一起(莫斯科可以被称为五海之港),莫斯科运河的建造解决了莫斯科城市的供水问题;以列宁伏尔加—顿运河的建造,不仅对航运有着重要意义,而且还给与获得大量电能及灌溉干旱的顿河草原的可能性。

由此可见,水利工程建设问题不仅包括自然的因素和技术因素,并且包括社会的和经济因素。要正确地解决水利资源的综合利用问题,只有在社会主义制度下才能实现。

§ 3. 水工建筑物的特点

水工建筑物与别的工程建筑物的区别，在于它的工作是在水中。例如壩，它就承受着水平方向的水压力。这些力是十分巨大的，举例来说，如果壩高为 100 公尺，那么每一公尺长的壩就要承受 5000 吨的水平压力。

极大的水平压力使水工建筑物处于严重的工作条件下，这是与其他工程建筑物的主要区别。为了保证水工建筑物具有防止滑动的稳定性，通常必须增加其重量。

由于水工建筑物本身是巨重的，应该特别重视它的地基问题。如果说盖一个房子需要研究不很深的地基结构的话，那么对于大型的水工建筑物（例如壩）来说，那就需要研究几十公尺甚至几百公尺的地质情况。对于一个水利工程师，地质的知识是不可少的。

不论是建造或是管理水工建筑物，都紧密地和水流的現象有关。河中的水位、单位时间内通过的水量、水流速度、冰的現象和水流中泥沙的情况等都是水利工程师们最感兴趣的。对于海上的水工建筑物来说，还要研究水位的变动、波浪等等。因此，水文学的知识对于水利工程师来说也是不可少的。

水工建筑物的工程量是十分浩大的，例如官厅水库，仅仅大壩的土石方工程量就达 100 万立方公尺，苏联莫斯科运河的全部土石方工程达 1 亿 5000 万立方公尺，混凝土量达 200 万立方公尺。这些数字是一般工程建筑物远远不及的。为了减免体力劳动，为了要在短期内完成施工任务，就必须广泛地采用机械化设备和很好的施工組織。

水工建筑物的施工条件是很复杂的，因为建筑工作必须在河床中进行，而在施工期间又必须使河中的水、冰、船、木筏等通过。

作为水利工程师来说，施工的问题占着十分重要的地位。

§ 4. 水利工程發展簡史

水——無論是海洋、湖泊或河川总是人們所熟悉和人們所感兴趣的。人类社会的經濟活动很早就开始在河流上开始發展。这是可以理解的,因为河流給予了食用和灌溉的用水,河流曾經是最便利的交通道路,河流曾經是防禦敌人进攻的防綫。还在远古时代,人类就力求使河流为自己的目的服务。水利工程史从远古时代就开始了,最初是一代傳給一代的技术,而后成为一門科学。

公元前四、五千年前在埃及,其后在巴比倫、中国进行了巨大的农田灌溉工程,修筑堤壩以防洪水的工程,改善河流通航条件及供給城市用水的工程。根据現有記載,公元前 4400 年在埃及开挖了相当巨大的渠道引水灌溉尼罗河平原。大約在公元前 4000 年,埃及建造了堆石壩和土壩。公元前 4000—3000 年在巴比倫有些城市已有輸水道及自流井。公元前 2280 年在中国进行了偉大的治河工程和开始大規模引水灌溉。关于印度的最早的水壩的記載是在公元前 1000 年。公元前 800 年西班牙建成了欧洲第一个壩。荷蘭在公元初期就开始建筑渠道和堤壩了。公元前 600 年曾开挖过从尼罗河到紅海的运河。公元前 500 年进行了底格里斯河及幼發拉底河的河床整治。阿拉伯人企图开发苏彝士运河也是在这个时期。很早以前(有記載的,例如公元初期在中国)就建造了水輪装置——現代水电站的前身。

海上运输的事業也是很早就开始了的,公元前 2000 年左右埃及、羅馬、希臘等国家就有了海运。首先是在地中海岸建設了港口和造船厂。我国春秋时代(公元前 600—700 年)在山东半島地区也开始了海上航行,开始有了海上的水利工程。

在希臘和羅馬的全盛时期,水利工程曾得到很大的發展。例如艺术性很高地建設了自来水管路,公元前 600—700 年前建造了有名的羅馬城的引水管路和排水管路。圖 1 所示的是公元前一