



全国高等院校水利水电类精品规划教材

SHUILI GONGCHENG GAILUN

水利工程概论

主编 辛全才 牟献友

4



黄河水利出版社

全国高等院校水利水电类精品规划教材

水利工程概论

主 编 辛全才 牟献友
副主编 阎雪莲 孟秦倩
邱 勇 陈俊英



1535107

黄河水利出版社

· 郑州 ·

• 1447085-87

内 容 提 要

本书为全国高等院校水利水电类精品规划教材,共分八章,内容包括水利工程建设与发展、水利水电基本知识、水利工程与水工建筑物、常见的水工建筑物、防洪工程、农业水利工程、水力发电工程、水利水电工程建设和管理等。

本书可以作为水利水电工程、农业水利工程、水文与水资源工程等专业的教学参考书,也可供其他非水利专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程概论/辛全才,牟献友主编. —郑州:黄河水利出版社,2011.8

全国高等院校水利水电类精品规划教材

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0079 - 0

I. ①水… II. ①辛… ②牟… III. ①水利工程 - 高等学校 - 教材 IV. ①TV

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 130690 号

策划编辑:李洪良 电话:0371 - 66024331 邮箱:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsjcbbs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm × 1092 mm 1/16

印张:13.75

字数:320千字

印数:1—3 100

版次:2011年8月第1版

印次:2011年8月第1次印刷

定价:25.00元

出版者的话

近年来,随着我国对基础设施建设投入的加大,水利水电工程建设也迎来了前所未有的黄金时间。截至2006年,全国已建成堤防28.08万公里,各类水库85 849座,2006年水利工程在建项目4 614个,在建项目投资总规模达6 121亿元(《2006年全国水利发展统计公报》)。水利水电工程的大规模建设对设计、施工、运行管理等水利水电专业人才的需求也更为迫切,如何更好地培养适应现今水利水电事业发展的优秀人才,成为水利水电专业院校共同面临的课题。作为水利水电行业的专业性科技出版社,我社长期关注水利水电学科的建设与发展,并积极组织水利水电类专著与教材的出版。

在对水利水电类本科层次教材的深入了解中,我们发现,以应用型本科教学为主的众多水利水电类专业院校普遍缺乏一套完整构建在校本科生专业知识体系又兼顾实践工作能力的教材。在广泛调研与充分征求各课程主讲老师意见的基础上,按照高等学校水利学科专业教学指导委员会对教材建设的指导精神与要求,并结合教育部实施的多层次建设、打造精品教材的出版战略,我社组织编写了本系列“全国高等院校水利水电类精品规划教材”。

此次规划教材的特点是:

- (1)以培养水利水电类应用型人才为目标,充分重视实践教学环节。
- (2)在依据现有的专业规范和课程教学大纲的前提下,突出特色,力求创新。
- (3)紧扣现行的行业规范与标准。
- (4)基本理论与工程实例相结合,易于学生接受与理解。

本系列教材除了涵盖传统专业基础课及专业课外,还补充了多个新开课程的教材,以便于学生扩充知识与技能,填补课堂无合适教材可用的空缺。同时,部分教材由工程技术人员或有工程设计施工从业经历的老师参与编写,也是此次规划教材的创新。

本系列教材的编写与出版得到了全国21所高等院校的鼎力支持,特别是三峡大学党委书记刘德富教授和华北水利水电学院副院长刘汉东教授对系列教材的编写与出版给予了精心指导,有效保证了教材出版的整体水平与质量。在此对推进此次规划教材编写与出版的各院校领导和参编老师致以最诚挚的谢意,是他们在编审过程中的无私奉献与辛勤工作,才使得教材能够按计划出版。

“十年树木,百年树人”,人才的培养需要教育者长期坚持不懈的努力,同样,好的教材也需要经过千锤百炼才能流传百世。本系列教材的出版只是我们打造精品专业教材的开始,希望各院校在对这些教材的使用过程中,提出改进意见与建议,以便日后再版时不断改正与完善。

黄河水利出版社

全国高等院校水利水电类精品规划教材

编 审 委 员 会

主 任：	三峡大学	刘德富	华北水利水电学院	刘汉东
副主任：	西安理工大学	黄 强	郑州大学	吴泽宁
	云南农业大学	文 俊	长春工程学院	左战军
委 员：	西安理工大学	姚李孝	西北农林科技大学	辛全才
	扬州大学	程吉林	三峡大学	田 斌
	华北水利水电学院	孙明权	长沙理工大学	樊鸣放
	重庆交通大学	许光祥	河北农业大学	杨路华
	沈阳农业大学	迟道才	河北工程大学	丁光彬
	山东农业大学	刘福胜	黑龙江大学	于雪峰
	新疆农业大学	侍克斌	内蒙古农业大学	刘廷玺
	三峡大学	张京穗	华北水利水电学院	张 丽
	沈阳农业大学	杨国范	南昌工程学院	陈春柏
	长春工程学院	尹志刚	昆明理工大学	王海军
	南昌大学	刘成林	西华大学	赖喜德

前 言

水资源作为一种可再生的自然能源,在当今社会的发展中占有重要地位。随着社会和经济的发展,水资源的短缺日益严重,如何更好地开发和利用水资源意义重大。本课程主要讲述开发和利用水资源的工程措施。通过本课程的学习,使学生对水利工程的类型、开发目标及工程布置有初步的了解,对水利枢纽、水利建筑物及水利工程的建设和管理有一个整体的认识,为以后专业课程的学习打下基础。

本书为全国高等院校水利水电类精品规划教材。全书共分八章,内容包括水利工程建设与发展、水利水电基本知识、水利工程与水工建筑物、常见的水工建筑物、防洪工程、农业水利工程、水力发电工程、水利水电工程建设和管理。

本书由辛全才、牟献友任主编。各章编写分工如下:第一、七章由西北农林科技大学孟秦倩编写,第二章由西北农林科技大学陈俊英编写,第三章由云南农业大学邱勇编写,第四章由长春工程学院阎雪莲编写,第五、八章由西北农林科技大学辛全才编写,第六章、附录由内蒙古农业大学牟献友编写。

在本书编写过程中,参阅了书后所列参考文献的相关内容,本书编者在此表示衷心感谢!此外,还要感谢向编者提供资料、提出意见和建议,以及关心本教材编写、出版的所有同志。

对于教材中的不足之处,诚恳希望读者批评指正,提出改进意见。

编 者
2011 年 7 月

目 录

出版者的话

前 言

第一章 水利工程建设与发展	(1)
第一节 水与水资源	(1)
第二节 我国水利建设的发展	(5)
第三节 水科学的发展与展望	(10)
第二章 水利水电基本知识	(12)
第一节 河流与流域	(12)
第二节 河流的水文特性	(16)
第三节 河流泥沙	(21)
第四节 河床演变	(25)
第五节 水库与径流调节	(30)
第六节 水库对周围环境的影响	(32)
第七节 工程地质	(34)
第三章 水利工程与水工建筑物	(41)
第一节 水利工程	(41)
第二节 水利枢纽	(47)
第三节 水工建筑物	(49)
第四节 枢纽布置	(53)
第四章 常见的水工建筑物	(56)
第一节 挡水建筑物	(56)
第二节 泄水建筑物	(78)
第三节 水 闸	(91)
第四节 取水、输水建筑物	(96)
第五章 防洪工程	(105)
第一节 堤防工程	(105)
第二节 分(蓄、滞)洪工程	(107)
第三节 河道整治建筑物	(109)
第四节 河道整治的基本方法	(112)
第六章 农业水利工程	(117)
第一节 灌排制度	(117)
第二节 灌排渠系及渠系建筑物	(121)
第三节 节水灌溉工程	(128)

第七章 水力发电工程	(141)
第一节 水能开发方式及水电站类型	(141)
第二节 水电站的主要机电设备	(145)
第三节 水电站建筑物	(148)
第四节 水电站厂区布置	(151)
第八章 水利水电工程建设和管理	(154)
第一节 水利水电工程的建设程序	(154)
第二节 水利水电工程的勘测、设计	(159)
第三节 水利水电工程施工	(162)
第四节 施工总组织	(174)
第五节 运行期管理	(183)
附录 专业词汇汉英对照表	(194)
参考文献	(210)

第一章 水利工程建设与发展

第一节 水与水资源

一、水与水资源概念

水是人类社会生存和发展的基本物质条件。人类的产生、生存及进化,无一不与水密切相关。人类社会的古代四大文明都以大河流域为发源地。古巴比伦文明发源于两河流域(幼发拉底河和底格里斯河流域),印度河、恒河流域是古印度文明的发源地,尼罗河孕育了古埃及文明,黄河、长江是中华民族的摇篮。现代世界上的大城市及人口密集区多数分布于江河两岸。水具有生产资料和生活资源的属性,是人民生活和经济建设中不可或缺的自然资源。地球上水体类型复杂,而水的使用价值又具有多样性,人们对水的可使用性认识不尽一致,目前对水资源尚未给出一个公认的统一定义。广义水资源是指地球上的一切水体,包括海洋、江河、冰川、地下水以及大气中的水分等。《英国大百科全书》中将水资源定义为“自然界一切形态(液态、固态和气态)的水”,狭义水资源是指在一定时段内可以恢复和更新的可供人类开发利用的淡水资源。狭义水资源强调水资源的再生性和可利用性。《中国水利百科全书》中认为“人类可利用的水资源主要指某一地区逐年可以恢复和更新的淡水资源”。

通常人们所指的水资源限于狭义的范畴,即与人类生活和生产活动以及社会进步息息相关的淡水资源,它不但要有可使用的“质”,可利用的“量”,同时要具备可得到补充更新的再生性,以保证可持续利用。因此,水资源量通常只计算降水形成的地表和地下产水量,即地表径流量和降水入渗量之和。

二、水资源的特点

(一)水资源的双重性

水资源既有造福于人类的一面,也有造成洪涝灾害使人类生命财产受到严重损失的一面。水资源质、量适宜,且时空分布均匀,将为区域经济发展、自然环境的良性循环和人类社会进步做出巨大贡献。水资源开发利用不当,就会制约国民经济发展,破坏人类的生存环境。例如,水利工程设计不当、管理不善,可能造成垮坝事故。水量过多或过少的季节和地区,往往又发生各种各样的自然灾害。水量过多容易造成洪水泛滥,内涝渍水;水量过少容易形成干旱、盐渍化等自然灾害。适量开采地下水,可为国民经济各部门和居民生活提供水源,满足生产、生活的需求;无节制、不合理地抽取地下水,往往引起地下水水位持续下降、水质恶化、水量减少、地面沉降,不仅影响生产发展,而且严重威胁人类生存。正是由于水资源的双重性质,在水资源的开发利用过程中尤其强调合理利用、有序开发,

以达到兴利除害的目的。

(二) 水资源利用的多样性

水资源是被人类在生产和生活中广泛利用的资源,不仅广泛应用于农业、工业和生活,还用于发电、水运、水产、旅游和环境改造等。在各种不同的用途中,有的是消耗性用水,有的则是非消耗性或消耗很小的用水,而且对水质的要求各不相同,这是能使水资源一水多用,充分发挥其综合效益的有利条件。

(三) 水资源变化的复杂性

水资源在自然界中具有时空分布不均的特点。水资源在地区上分布是极不均匀的,年内年际变化也较大。人类通过修建大量引蓄水工程,进行水资源的时空再分配。但是修建各种水利工程受到自然、地理、地质、技术和经济等多方面条件的限制,水资源永远不可能被全部利用。由于大气水、地表水、地下水的相互转化关系,所以对水资源的综合管理与合理开发利用是一项非常复杂的工作。

(四) 水资源的循环性

水资源与其他自然资源的本质区别在于水资源所具有的流动性。它是在循环中形成的一种动态资源,具有循环性。水资源开采利用后,能得到大气降水的不断补给,处在不断地开采、消耗、补给和恢复的循环中,这种循环往复的规律是水资源“取之不尽,用之不竭”的重要特点。但是,从水量动态平衡的观点来看,多年平均取用量一般不能超过多年平均补给量,否则将会给自然环境带来一系列的不良后果,在对地下水的开采利用时,尤应注意。水资源的循环过程是无限的,但开采利用量是有限的,只有充分认识这一点,才能有效地、合理地利用水资源。

(五) 水资源是一种不可代替的自然资源

水资源是一种自然资源,它是人类生存和社会发展不可代替、不可缺少的资源。人类生存与社会发展对水资源的依赖程度远远大于其他资源,是一种极其重要的不可替代的自然资源。

三、世界水资源概况

当今世界面临着人口、资源与环境三大问题,水资源是各种资源中不可替代的一种重要资源。水资源与环境密切相关,也与人口间接有关,因此水资源问题已成为受世人关注的重要问题之一。

地球表面约有 70% 以上为水所覆盖,其余约占地球表面 30% 的陆地上也有水的存在。地球总水量为 13.86 亿 km^3 ,其中淡水储量为 0.35 亿 km^3 ,占总储量的 2.53%。由于开发困难或技术经济的限制,到目前为止,海水、深层地下水、冰雪固态淡水等还很少被直接利用,比较容易开发利用的、与人类生活生产关系最为密切的湖泊、河流和浅层地下水资源,只占淡水总储量的 0.34%。

全球水资源不仅短缺,而且地区分布极不平衡。按地区分布,巴西、俄罗斯、加拿大、美国、印度尼西亚、中国、印度、哥伦比亚和刚果等 9 个国家的水资源占了水资源总量的 60%。约占世界人口总数 40% 的 80 个国家和地区约 15 亿人口淡水不足,其中 26 个国家约 3 亿人极度缺水。随着经济的发展和人口的增加,世界用水量也在逐年增加。目前,世

界上有 11 亿人喝不到安全的饮用水,有 24 亿人缺乏卫生设施。据联合国预计,到 2025 年,全世界淡水需求量将增加 40%,如果不采取更为有效的措施,世界上将有一半的人口会生活在缺水地区,水危机已严重制约着人类社会的可持续发展。

2002 年,在可持续发展世界首脑会议中发表了《执行计划》和题为“约翰内斯堡可持续发展承诺”的政治宣言,其中包括 2005 年开始实施下一代水资源保护战略等。这对水资源的可持续利用产生了深远的影响。

四、我国水资源状况

我国地域辽阔、河流纵横、湖泊众多,全国大小河流总长度达 42 万多 km,流域面积在 100 km² 以上的河流有 5 000 多条,其中流域面积在 1 000 km² 以上的河流就有 1 600 多条。我国主要的大江大河有长江、黄河、珠江、淮河、海河、辽河等,按年径流总量排序在前 10 位的江河特征值见表 1-1。天然湖泊面积在 1 km² 以上的约有 2 300 多个,其中面积大于 100 km² 的有 130 个。湖泊总面积约 71 787 km²,湖泊储水量约 7 088 亿 m³,其中淡水储水量约 2 260 亿 m³。

表 1-1 我国主要江河特征值

按年径流 总量排序	河流	流域面积 (km ²)	河长 (km)	年径流总量 (亿 m ³)	注入海域
1	长江	1 808 500	6 300	9 755	东海
2	珠江	453 690	2 214	3 360	南海
3	黑龙江	1 620 710	3 420	2 709	鞑靼海峡
4	雅鲁藏布江	240 480	2 057	1 654	孟加拉湾
5	澜沧江	167 486	1 826	760	南海
6	松花江	557 180	2 308	742	黑龙江
7	怒江	137 818	1 659	703	安达曼海
8	淮河	269 283	1 000	611	长江
9	黄河	752 443	5 464	592	渤海
10	钱塘江	42 156	428	364	东海

我国平均年降水量为 648 mm,水资源总量为 28 124 亿 m³,其中河川径流 27 115 亿 m³,居世界第六位,仅次于巴西、俄罗斯、加拿大、美国和印度尼西亚。河流大多数发源于高山峡谷,从河源到河口,落差很大,蕴藏着巨大的水能资源,水能总蕴藏量达 6.8 亿 kW,其中可开发利用的约为 3.8 亿 kW,均居世界首位,是世界上水能资源最丰富的国家之一。

我国水资源主要有以下特点。

(一) 水资源贫乏,供需矛盾突出

根据世界银行发布的《1998/1999 年世界发展报告》,按照 1996 年统计资料,世界人

均水资源量为 $7\,342\text{ m}^3$, 中国人均水资源量为 $2\,220\text{ m}^3$, 属于轻度缺水。预测到 2030 年, 我国人口将增至 16 亿, 人均水资源占有量将下降到 $1\,760\text{ m}^3$, 未来的水资源形势将十分严峻。在世界银行近年做连续资源统计的 132 个国家中居第 82 位, 中国人均水资源量为世界平均水平的 $1/4$ 。

(二) 水资源地区分布不均匀

我国水资源地区分布不均匀, 水资源的分布与人口、耕地的分布不相适应。我国北方人口占全国总人口的 $2/5$, 但水资源占有量不足全国水资源总量的 $1/5$; 南方人口占全国总人口的 $3/5$, 而水资源占有量占全国水资源总量的 $4/5$ 。北方人均水资源拥有量为 $1\,127\text{ m}^3$, 仅为南方人均水资源拥有量的 $1/3$ 。在全国人均水量不足 $1\,000\text{ m}^3$ 的 10 个省区中, 北方即占了 8 个, 而且主要集中在华北地区。华北地区人口稠密, 其人口占全国人口的 26% , 但水资源量仅占全国水资源总量的 6% , 人均水资源量仅为 556 m^3 , 不足全国人均水资源量的 $1/4$ 。另一方面, 北方耕地面积占全国耕地面积的 $3/5$, 而水资源量仅占全国水资源总量的 $1/5$ 。相反, 南方耕地面积占全国耕地面积的 $2/5$, 而水资源量却占全国水资源总量的 $4/5$ 。南方每公顷耕地用水量 $28\,695\text{ m}^3$, 而北方只有 $9\,645\text{ m}^3$, 前者约是后者的 3 倍。

(三) 水资源时间分配不均匀

由于受所处地理位置、气候、降水、地形、地貌等自然条件影响, 我国水资源具有年际、年内变化大的特点。

我国河川径流的年际、年内分配不均衡。最大年径流与最小年径流的比值, 长江以南各河流一般在 5 以下, 而北方河流可高达 10 以上。年内分配主要集中在汛期。汛期的径流量占年径流总量的 60% 以上, 从长江以南地区的 60% 左右 (4~7 月) 到华北平原等地部分河流的 80% 以上 (6~9 月) 不等。另外, 一些主要河流都曾出现过连续丰水平和连续枯水年的现象。

我国水资源年际变化大, 年内雨季集中和连续出现丰、枯水年的现象, 是造成水旱灾害频繁发生、农业生产不稳定和水资源供需矛盾尖锐的重要原因, 加重了水资源调节利用的困难。

(四) 水污染日趋严重

河流污染情况严峻, 其发展趋势也令人担忧。从全国情况看, 污染正从支流向干流延伸, 从城市向农村蔓延, 从地表向地下渗透, 从区域向流域扩展。水污染加剧了一些地区的缺水程度, 使其成为污染型 (水质型) 缺水地区。

根据 2008 年《中国水资源公报》和《中国水质量资源年报》, 2008 年全国废污水排放总量 758 亿 t (不包括火电直流冷却水排放量和矿坑排水量), 其中工业废水占 $2/3$, 第三产业和城镇居民生活污水占 $1/3$ 。对约 15 万 km^2 的河流水质进行了监测评价, 评价表明, V 类及劣 V 类水河长占 27.4% 。对全国 44 个重点湖泊的 $18\,356.2\text{ km}^2$ 水面进行了水资源质量状况评价: 从评价湖泊个数看, IV~V 类湖泊, 占评价总数的 29.5% , 劣 V 类湖泊占评价总数的 25.0% ; 从评价湖泊水面面积看, IV~V 类水面占评价面积的 32.5% , 劣 V 类水面占评价面积的 23.3% 。

地下水水质情况不容乐观, 根据 641 眼监测井的水质监测资料, 北京、辽宁、吉林、上

海、江苏、海南、宁夏、广东 8 个省(自治区、直辖市)对地下水水质进行了分类评价,水质适合于各种使用用途的 I ~ II 类监测井占评价监测井总数的 2.3%,适合集中式生活饮用水水源及工农业用水的 III 类监测井占 23.9%,适合除饮用外其他用途的 IV ~ V 类监测井占 73.8%。

第二节 我国水利建设的发展

一、我国的水能资源及开发状况

我国水能资源丰富,总量居世界首位。我国大陆水能资源理论蕴藏量在 1 万 kW 以上的河流,水能资源理论蕴藏量年电量为 60 829 亿 kWh,平均功率为 69 440 万 kW,理论蕴藏量在 1 万 kW 及其以上河流上单站装机容量 500 kW 及其以上的水电站,技术可开发装机容量为 54 164 万 kW,年发电量为 24 740 亿 kWh,其中可开发水电站装机容量 40 179 万 kW,年发电量 17 534 亿 kWh。2005 年年底,全国水电总装机容量已达 11 738 万 kW,约占全国电力的 23%。水能资源开发程度按装机容量计算,约为技术可开发量的 21.6%;按照发电量计算,仅为技术可开发水能资源的 16%,可见水电开发具有一定的潜力。

水电在我国能源中的地位逐步上升,大力发展水电成为能源建设的战略组成部分。但是,目前,对于水电发展的认识存在一定的偏差,发展水电和停止发展水电的争论异常激烈,特别是在一些流域如怒江,这种争论达到白热化程度。不可否认,水电的发展对环境产生了一定的影响。所以,现在提倡绿色水利,但绿色水利并不只是在水利前面加上“绿色”的定语,它应具有新的深刻的内涵。所谓绿色水利,是指在水资源开发、利用和废弃全过程中保护生态环境且节水高效地利用水资源的行为与文化。绿色水利还包含以下四个基本的思想:

(1) 环境思想,水利发展必须将环境保护放在重要的位置,这不仅是时代发展之要求,也是水利发展过程中水利可持续发展的自身要求。

(2) 生命周期性的思想,它从水资源开发、利用、废弃等全过程考察水资源与环境的关系,充分体现了水利生命周期的思想,对水利的发展必将起到积极的推动作用。

(3) 节水高效利用水资源的思想,节水高效利用水资源是构成绿色水利的重要思想之一,如果不将节水高效利用纳入绿色水利的范畴,绿色水利则难以实现。

(4) 绿色 + 水利 + 文化的思想,随着水利与生态环境关系矛盾的激化,绿色、水利与文化的有机结合是一种趋势,绿色水利文化的形成对绿色水利的建设和积极发展将起到无形的但是很稳固的支撑作用。

二、水利事业

水利是人类社会为了生存和发展的需要,采取各种措施对自然界的水和水域进行控制和调配,以防洽水旱灾害,开发利用和保护水资源的活动。研究这类活动及其对象的技术理论和方法的知识体系称为水利科学。为了充分利用水资源,研究自然界水资源,对河流进行控制和改造,采取工程措施,合理使用和调配水资源,以达到除害兴利的各部门从

事的事业统称为水利事业。

水利事业的根本任务是除水害和兴水利。除水害,主要是防止洪水泛滥和旱涝成灾;兴水利,则是从多方面利用水资源为人类服务。主要措施有兴建水库,加固堤防,整治河道,增设防洪道,利用洼地、湖泊蓄洪,修建提水泵站及配套的输水渠和隧洞。水利事业的效益主要有防洪、农田水利、水力发电、工业及生活供水、排水、航运、水产及旅游等。

三、我国水利水电建设的发展史

(一) 中国古代水利工程

几千年来,我国广大劳动人民曾为开发水利资源,治理水患灾害进行了艰苦卓绝的斗争,取得了光辉的业绩,积累了宝贵的经验,建设了一些成功的水利工程。

1. 灌溉工程

古代各朝代统治者都比较重视水利,修建了大量的灌溉渠道,其中有代表性的有:春秋时期楚相孙叔敖修建芍陂;战国时期秦国蜀郡守李冰修建都江堰;水工郑国修建郑国渠;西汉时开凿漕渠、六辅渠、白渠,西北地区的坎儿井;唐代在甬江支流鄞江上修建的御咸蓄淡引水灌溉枢纽工程它山堰等。

1) 芍陂

芍陂为中国古代淮河流域水利工程,又称安丰塘,位于今安徽寿县南。芍陂引潞入白芍亭东成湖,东汉至唐可灌田万顷。隋唐时属安丰县境,后萎废。1949年后经过整治,现蓄水约7300万 m^3 ,灌溉面积420 km^2 。

2) 都江堰

都江堰位于都江堰市区西1km,是秦国蜀郡守李冰率众于公元前256年前后创建的一座运用水动力学原理,采用无坝引水建筑形式的古代大型水利工程。都江堰选择具有得天独厚自然条件的岷江出山口与成都扇形平原顶端结合部作堰址,凿开玉垒山伸同江心的余脉,形成坚固的、水量可控制的宝瓶口引水口;在岷江弯道江心做鱼嘴分水堤,分水分沙;在鱼嘴分水堤与宝瓶口引水口之间构做飞沙堰泄洪道,自动泄洪排沙。都江堰主体工程规划科学,布局合理,巧妙配合,联合发挥了分水、导水、壅水、引水和泄洪排沙的功能,形成了科学的完整的调控自如的工程体系。都江堰创建以来,基本实现了水分“四六”,外江泄走六成,既保证内江灌区用水需要,又防止灾害发生。都江堰水利工程创造了人与自然和谐共存的水利形式,直接影响了中国广大地域。这种工程形式展示了古代水利规划顺应自然、保护自然的思想,被国外环境和水利专家誉为“亲自然的水利工程”。

3) 郑国渠

郑国渠首位于今天的泾阳县西北25km的泾河北岸,即今王桥镇的船头村西。当时,因其具有进水口水量大、水流流速快的特点,且容易造成渠岸两壁黄土崩塌的情况,于是人们发明了拱形地下渠道,使渠壁拱卷有力,不易塌陷。这极大地提高了郑国渠渠首的质量。又为了便于施工和掌握水流方向、深浅,便间隔一段开凿一井,俗称“龙眼”或“天窗”,这都是当时人类伟大聪明智慧的结晶。郑国渠的作用不仅仅在于它发挥灌溉效益的100余年,而且还在于开了引泾灌溉之先河,对后世引泾灌溉产生了深远的影响。秦以后,历代继续在这里完善其水利设施:先后历经了汉代的白公渠、唐代的三白渠、宋代的丰

利渠、元代的王御史渠、明代的广惠渠和通济渠、清代的龙洞渠等历代渠道。汉代有民谣：“田於何所？池阳、谷口。郑国在前，白渠起后。举锺为云，决渠为雨。泾水一石，其泥数斗，且溉且粪，长我禾黍。衣食京师，亿万之口。”称颂的就是引泾工程。郑国渠是我国战国时期继西门豹治邺建成漳水十二渠、秦国蜀郡守李冰建都江堰之后的又一大型水利工程，它在规划、设计、施工以及用洪用沙方面都有许多独到之处，是我国古代水利史上的首创。

4) 它山堰

它山堰位于宁波市鄞县鄞江镇西南它山旁，建于公元 833 年（唐太和七年）。它山堰长 134.4 m，面宽 4.8 m，皆用长 2~3 m、宽 0.2~0.35 m 条石砌筑，左右各 36 石级。堰面全部用条石砌筑而成，堰身为木石结构，有逾抱大梅木枕卧堰中，历千余年不腐，被称为“它山堰梅梁”。修建它山堰的目的，是抵御潮汐，使海水与江河分流，咸淡阻隔。江河水经过该堰分流两道：一支入月湖，另一支入鄞江和奉化江，灌溉千亩良田，化水害为水利。它山堰与郑国渠、灵渠、都江堰同为中国古代四大水利工程。迄今千余年，历经洪水冲击，仍基本完好，继续发挥阻咸、蓄淡、引水、泄洪作用。1988 年 12 月 28 日，国务院公布它山堰为国家重点文物保护单位。

2. 运河工程

运河工程有代表性的有：秦代时的灵渠，隋代时开凿的京杭大运河，元代时开凿的会通河、通惠河等。

1) 灵渠

灵渠建成于公元前 214 年（秦始皇三十三年），是跨越湘江水系和珠江水系的古运河，位于湘桂走廊中心兴安县境内，与陕西的郑国渠、四川的都江堰并称为“秦的三大水利工程”。郭沫若先生称之为：“与长城南北相呼应，同为世界之奇观。”灵渠历史悠久，设计精巧，全长 37 km，由铤嘴、大小天平、南渠、北渠、泄水天平和陡门组成。将海洋河水三七分流，三分入漓江，七分入湘江，沟通了长江、珠江两大水系。

公元前 221 年，秦始皇统一北方六国之后，又于公元前 211 年对浙江、福建、广东、广西地区的百越发动了大规模的军事征服活动。秦军在战场上节节胜利，唯独在两广地区苦战三年，毫无建树，原来是因为广西的地形地貌导致运输补给供应不上，所以改善和保证交通补给成了这场战争成败的关键。秦始皇运筹帷幄，命令史禄劈山凿渠。史禄通过精确计算终于在兴安开凿了灵渠，奇迹般地把长江水系和珠江水系连接了起来，使援兵和补给源源不断地运往前线，推动了战事的发展，最终把岭南的广大地区正式地划入了中原王朝的版图。

2) 京杭大运河

举世闻名的京杭大运河，是世界上开凿最早、最长的一条人工河道。大运河北起北京，南达杭州，流经北京、河北、天津、山东、江苏、浙江六个省市，沟通了海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系，全长 1 794 km。在中华民族的发展史上，为发展南北交通，沟通南北之间经济、文化等方面的联系做出了巨大的贡献。京杭大运河从公元前 486 年始凿，至公元 1293 年全线通航，前后共持续了 1 779 年。在漫长的岁月里，主要经历三次较大的兴修过程。

第一次是在公元前 5 世纪的春秋末期。当时统治长江下游一带的吴王夫差，为了北

上伐齐,争夺中原霸主地位,调集民夫开挖自今扬州向东北,经射阳湖到淮安入淮河的运河(即今里运河),因途经邗城,故得名“邗沟”,全长 170 km,把长江水引入淮河,成为大运河最早修建的一段。

第二次是在公元 7 世纪初隋代统一全国后,建都洛阳,为了控制江南广大地区,使长江三角洲地区的丰富物资运往洛阳,隋炀帝为供自己玩乐,于公元 603 年下令开凿从洛阳经山东临清至河北涿郡(今北京西南)长约 1 000 km 的“永济渠”;又于公元 605 年下令开凿洛阳到江苏清江(淮阴)约 1 000 km 长的“通洛渠”;再于公元 610 年开凿江苏镇江至浙江杭州(当时的对外贸易港)长约 400 km 的“江南运河”;同时对邗沟进行了改造。这样,洛阳与杭州之间全长 1 700 多 km 的河道,可以直通船舶。

第三次是在 13 世纪末元代定都北京后,为了使南北相连,不再绕道洛阳,元代花了 10 年时间,先后开挖了“洛州河”和“会通河”,把天津至江苏清江之间的天然河道和湖泊连接起来,清江以南接邗沟和江南运河,直达杭州,而北京与天津之间,原有运河已废,又新修“通惠河”。这样,新的京杭大运河比绕道洛阳的大运河缩短了 900 多 km。

此外,还有历代的治黄工程:大禹治水,西汉武帝时治黄,东汉王景治黄等;海塘工程:五代十国时吴越修筑捍海塘等。

(二) 我国现代水利建设成就

新中国成立以来,国家为水利建设进行了许多立法。1955 年,全国人民代表大会通过了《关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划的决议》,后来国务院批准了长江、淮河、海河、珠江、辽河、松花江等流域规划,这些流域规划是治理开发各河流的依据。国家先后制定了《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国防洪法》等,为水利建设提供了法律依据。国务院陆续发布了《水利工程水费核订、计收和管理办法》、《河道管理条例》、《取水许可制度实施办法》等。党的十四届五中全会把水利列为基础设施建设首位,实行依法治水,使水利事业蓬勃发展。

在水利建设中,江河干支流上加高加固和修建了大量堤防,整治江河,提高了防洪能力。修建了官厅、佛子岭、大伙房、密云、岳城、潘家口、南山、观音阁、桃林口、江垭等大型水库,为防洪、蓄水服务。修建了三门峡、青铜峡、丹江口、满拉、乌鲁瓦提等水利枢纽,是防洪、蓄水、发电等综合利用的。这些工程中有各种形式的高坝,我国坝工技术有了飞跃的发展。在灌溉工程方面,修建了人民胜利渠,是黄河下游第一个引黄灌溉渠,还修建了滹史杭灌区、内蒙古引黄灌区、林县红旗渠、陕甘宁盐环定扬黄灌区、宁夏扬黄灌区等,首创了拍卖荒山、荒沟、荒丘、荒滩地的“四荒”资源使用权,推广了自行筹资、自行建设、自行收费、自行还贷、自行管理的“五自”经验,促进了农田水利建设的发展。在水土保持方面,大规模进行江河上游的小流域治理,修建谷坊、淤地坝,建设梯田,植树种草,改善当地生态环境,减少入河泥沙,取得了很大成效,积累了丰富经验。在跨流域引水工程方面,修建了东港供水、引滦入津、南水北调东线一期、引黄济青、万家寨引黄入晋等。我国取水、输水、灌溉技术达到国际水平。

在水电建设中,修建了狮子滩、新安江、刘家峡、新丰江、六郎洞、葛洲坝、白山、东江、龙羊峡、李家峡、鲁布革、天生桥、二滩等各种类型的大型水电站,还修建了数以万计的中小水电站。我国装机容量位居世界前列,在水电站技术上达到国际水平,能修建各种类

型、条件复杂的大型水电站。1994年开工的三峡工程建成后,可保证荆江河段达到100年一遇防洪标准;在1000年一遇洪水时,加上中游分蓄洪,可保荆江河段安全。年发电847亿kWh,年单向通航量5000万吨,万吨船队能直达重庆,还能增加下游供水量,效益是巨大的,这是世界上规模最大的水电站,也是人类有史以来建设的最大水坝。1994年小浪底工程开工,2001年工程建成后,可提高下游河道防洪标准到1000年一遇,减淤20~30年,能蓄水50亿 m^3 ,供下游用水,年发电60亿kWh。这个工程河床覆盖层深,左岸隧洞多,还有地下厂房,堪称世界上最复杂而困难的工程之一。

不断发展的水利建设,在防洪、抗旱、发电、水土保持、支持工农业生产、促进国民经济持续发展等方面,发挥了极其重要的作用。

在防洪方面,修建和加高加固大江大河堤防26万km,兴建水库8.5万座,总库容4924亿 m^3 ,初步控制了常遇洪水,保护了4亿多人口、470座城市、5亿亩(1亩=1/15 hm^2 ,下同)耕地和大量交通道路、油田等基础设施。新中国成立后,战胜了历次大洪水和严重的干旱灾害,黄河年年安澜。1998年大洪水,长江堤防保持安澜,松花江、嫩江主要城市和河段保证了安全。

在农田水利方面,灌溉面积发展到8亿亩,灌区生产的粮食占全国总产量的75%,棉花和蔬菜产量占全国总产量的90%,我国以占世界近10%的耕地面积,解决了占世界22%人口的粮食问题。

在供水水源方面,兴建了大量蓄水、引水、扬水工程,抽用地下水,农业灌溉和城市工业供水水源已经初具规模,乡镇供水发展迅速,水利工程年供水能力达5800亿 m^3 。修建各种农村饮水工程315万处,初步解决了区域水资源分布和乡工农业用水的矛盾,缓解国民经济和社会发展用水的需要。三峡工程、小浪底工程和南水北调工程的建成,可进一步缓解用水需要。

在水电方面,目前大中小型水电站装机容量为6400多万kW,年发电量约2080亿kWh。大型水电站供应了工业和城市用电,支持灌溉用电。中小型水电站供应全国1/3的县、45%国土面积和70%贫困山区的用电。三峡工程建成后,水电装机容量大幅度地增加,并可联系全国电网,互相调济。

在水土保持方面,全国水土流失面积367万 km^2 ,占国土面积的38%。新中国成立后,累积治理水土流失面积78万 km^2 ,兴修梯田、坝地和治沙造田1.7亿亩,绿化荒山、荒沟、荒丘、荒滩地6亿亩。水土保持可拦蓄泥沙15亿t,减少入河泥沙,对治河有很大帮助,是治河之本。目前,入黄泥沙已减少3亿t。

在河湖水污染治理方面,取得了初步成效,向河湖水库等水体排污的监督管理工作得到加强。淮河、辽河、海河、滇池、太湖等治理重点取得进展,大江大河大湖的水质保护规划正在制定。

在水利科技方面,水文、水利地质、河流动力学、泥沙、水工结构、岩土工程、水工材料、防洪、灌溉、发电、水土保持、水质保护、施工技术等方面的科技,都有很大发展,为水利建设做出了贡献,特别是高新技术在水利科技中的应用有了很大发展,如计算机数学模型分析、遥感技术、卫星通信等。我国水利建设的成就在很大程度上依靠水利科技的进步。

由此可见,新中国成立以来,我国水利建设取得了伟大成就,这是依靠党的领导和社