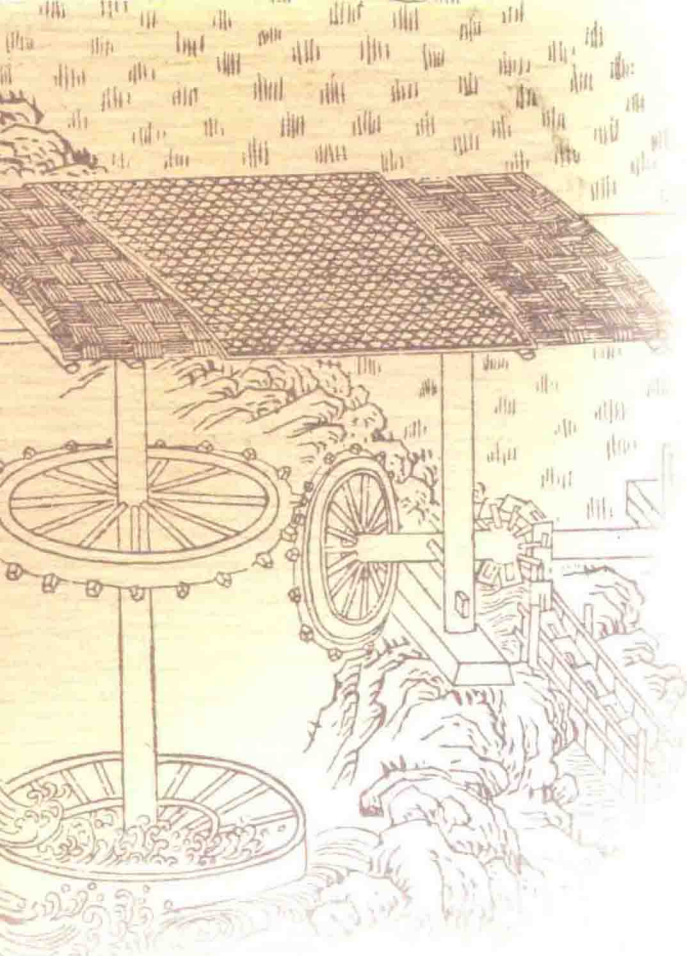




“十五”国家出版规划重点图书

中国科学院高技术研究与发展

“九五”重大项目

《中国古代工程技术史大系》

主编 / 路甬祥

张 芳 / 著

山西出版集团

山西教育出版社

中国古代

灌溉

工程技术史



“十三五”国家重点图书出版规划项目

中国水利出版社出版发行

“十二五”国家重点图书出版规划项目

《中国水利史》出版发行

水利部、国家发展和改革委员会

水利部、国家发展和改革委员会

水利部、国家发展和改革委员会

水利部、国家发展和改革委员会

中国古代

灌溉

工程技术史

ZHONGGUO GUDAI
GUANGAI
GONGCHENG JISHUSHI

中国古代
灌溉
工程技术史

张 芳 著

山西出版集团
山西教育出版社

图书在版编目(C I P)数据

中国古代灌溉工程技术史/张芳著. —太原:山西教育出版社,2009.6
(中国古代工程技术史大系)

ISBN 978-7-5440-3623-8

I. 中… II. 张… III. 灌溉—水利史—中国—古代 IV. S275-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 075062 号

中国古代灌溉工程技术史

ZHONGGUO GUDAI GUANGAI GONGCHENG JISHUSHI

出版策划 王佩琼
责任编辑 王佩琼 薛海斌
复 审 刘立平
终 审 荆作栋
装帧设计 王耀斌
印装监制 郭 勋
贾永胜

出版发行 山西出版集团·山西教育出版社
(太原市水西门街馒头巷7号 电话:4035711 邮编:030002)

印 装 山西新华印业有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 40.5

字 数 868 千字

版 次 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月山西第 1 次印刷

印 数 1—5000 册

书 号 ISBN 978-7-5440-3623-8

定 价 129.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂联系调换。电话:0351-4120948

《中国古代工程技术史大系》编委会

顾问 (以姓氏笔画为序)

王玉民	孔祥星	朱光亚	刘广志	严义埏	李学勤
吴良镛	汪闻韶	陈克复	陈 志	周世德	周光召
张驭寰	赵承泽	胡亚东	柯 俊	顾文琪	俞伟超
桂文庄	钱临照	郭可谦	席泽宗	黄务涤	黄展岳
黄铁珊	韩德馨	董光壁	雷天觉	廖 克	薛钟灵
潘吉星					

主 编 路甬祥

副主编 何堂坤(常务) 王渝生

常务编委 (以姓氏笔画为序)

王兆春	王渝生	李文杰	李进尧	何堂坤	杨 泓
周魁一	张柏春	路甬祥	廖 克		

编 委 (以姓氏笔画为序)

王兆春	王菊华	王渝生	冯立升	朱 冰	刘德林
许 平	李文杰	李进尧	李根群	苏荣誉	何堂坤
沈玉枝	杨 泓	周嘉华	周魁一	钟少异	张 芳
张柏春	张秉伦	赵继柱	高汉玉	黄赞雄	韩 琦
路甬祥	廖 克	谭徐明	熊 寥		

办公室主任 张宏礼

工作人员 赵翰生 李小娟 王春玲



序言

沈元海

“工程技术”活动是人类最为基本的社会实践之一。现代工程技术主要表现为以科学发现来引导技术创新，并应用于生产；又围绕生产过程对技术实行集成，并以理论的形态，形成诸多独立的学科，起到联结科学与生产的桥梁作用。工程技术是在人类利用和改造自然的实践过程中逐渐产生，并发展起来的，在古代，人们只有有限，且不太系统的科学知识；科学与生产的联系也不像今天这样直接和紧密。古代工程技术，主要表现为累积了世代经验的生产手段和方法，这些手段和方法，有的经过了一定的总结和概括，有的就蕴含于生产过程之中。当然，由于目的及所采用的手段和方法的不同，古代工程技术也形成了许多门类。就中国古代工程技术而言，最为主要的有以下内容：采矿技术、冶铸技术、机械技术、建筑技术、水利技术、纺织和印染技术、造纸和印刷技术、陶瓷技术、军事技术、日用化工技术等。这些门类，也就是《中国古代工程技术史大系》所要包括的内容。

在科学技术突飞猛进的现代，来研究中国古代工程技术史，我觉得不能不思考三个问题，一是中国古代工程技术发展的特点或规律，二是中国古代工程技术实践的历史意义，三是中国古代工程技术实践的现实价值。我是学现代工程技术的，近些年因工作关系，与科学史界有较多接触，这次《中国古代工程技术史大系》编委会要我担任主编，也促使我有意识地对这些问题进行了思考，借此机会，谨将一些初步的认识梳理罗列于下，以与海内外科学史界的朋友交流、讨论。

（1）中国古代工程技术发展的主要特点

根植于中华农业文明，发展进程具有连续性、渐进性和相对独立性。

国家因素起着重大作用，具有强大组织功能的中央集权制国家机器推动产生了一系列规模宏大的工程技术实践。

独特的环境、独特的资源和独特的历史，孕育了诸多独特的发明创造。

辽阔与各具特点的地域，既孕育了丰富多样的技术成果，也导致了技术发展的地区差异。

（2）中国古代工程技术实践的历史意义

与中国古代农业技术相结合，共同构成了中华农业文明体系的技术基础。

以富有特色的大量发明创造，形成了世界古代工程技术的独特体系。

以一系列独具匠心的发明，对人类文明进步和近代世界发展作出了贡献。
凝聚了中国古人对于自然以及人与自然关系的丰富而独到的认识。

(3) 中国古代工程技术实践的现实价值

当前我们正面临一个全球化的时代，现代化和全球化不能以失落传统为代价，未来世界应当是一个高度发达，同时又保有多样文化传统的多彩世界，中国古代工程技术实践的成果结晶既是中华民族文化传统的有机组成部分，也是人类科学技术传统的重要组成部分。

基于“敬天悯人”的意识，中国先贤一直以“顺天而动”、“因时制宜”、“乘势利导”、“节约民力”为工程技术活动的重要原则，由于多种因素的交互作用，既有成功，也有失败，这部“悲欣交集”的历史长卷，对于今天的工程技术实践乃至整个人类的活动，仍有丰富的启迪意义。历史的经验和教训从来都是一笔宝贵的财富，后来者要善于以史为鉴、服务当今、创造未来。

以上诸点，只是粗线条的概括性认识。我相信，本书各卷的撰著者，必然都从各自的领域和角度对这些问题进行了深入的思考，并以大量的资料进行论证，从而得出自己独立的见解，为读者展现出丰富而生动的学术成果。

中国科技史研究以往存在重数理而轻技术的现象，我希望这次通过编纂《中国古代工程技术史大系》，能够集中全国各方面专家学者的力量，对中国古代工程技术实践进行系统的整理和研究，力求科学地理解中国古代工程技术发展的历史，并对以往有关中国古代工程技术史的研究进行一次总结。

前言

灌溉工程技术是水利工程技术的重要组成部分。本书所指的“灌溉工程”，即人们通常所称的“农田水利工程”，或“灌溉排水工程”，现在亦称为“农业水土工程”。修建的目的是通过工程设施和技术手段来调节和改变农田水分状况和地区水利条件，以消除水旱灾害，达到符合农业生产的要求，并做到合理利用水资源，为发展农业生产服务。我国北方降雨量少，气候干旱，农业生产讲究抗旱保墒，同时重视灌溉；南方以种植水稻为主，由于作物生长期与天然降水时节有时并不吻合，亦有赖于灌溉的实施。因此，从某种意义上说，中国的农业基本上是灌溉农业，部分地区要通过灌溉和排水才能增强农业的抗灾能力，保持粮食产量的稳定发展。中国是一个农业大国，水利是农业，也是国民经济的命脉，自古以来，兴办水利事业被看做安邦、定国、裕民的战略措施之一，为此兴修了众多的灌溉水利工程。在实践中技术不断进步，积累了丰富的灌溉工程技术经验，有许多技术创造颇具特色，影响深远。

中国古代灌溉工程技术具有自身的特点：

其一，产生的时间早。中国是世界四大文明古国之一，农田灌排技术早在六千多年前的新石器时代便已萌芽，最先出现于长江中下游地区的原始水田区，先民们在低洼地区利用骨耜、石犁和破土器开沟筑埂，排水辟田，引水灌溉，出现了原始的灌排工程技术。相传四千多年前大禹在从事大规模治水活动中产生了沟洫技术，经夏、商、西周时期的发展，逐步形成农田沟洫体系。两千多年前的春秋战国时期已产生大型陂塘蓄水工程技术和大型灌溉渠道工程技术，凿井灌田已见之文献记载，圩田工程技术也肇始于这一时期，还出现了最早总结水利技术理论的著作《管子·度地篇》。我国在春秋战国时期的灌溉工程技术水平已达相当的高度，有些工程一直留存至今，如安徽寿县的芍陂（今安丰塘是其遗存）、四川成都平原的都江堰等，它们技术水平之高超让人惊叹。

其二，工程技术类型多样。中国国土广袤，地形地貌多样，气候变化万千。既有逶迤起伏的丘陵山地，又有一望无际的平原；既有壮阔的高原，又有缓坦的盆地；既有源远流长的河川，又有星罗棋布的湖泽；既有西部内陆干旱半干旱区，又有东部季风湿润区。为适应各地水文、地理等自然条件的复杂性，古代创造了多种多样的灌溉工程技术类型。在丘陵山地，水流容易流失，干旱是农业生产要解决的主要问题，为此因地制宜，创造了多种类型的陂塘堰坝工程，以达到滞洪蓄水的目

的。有在溪流上筑坝，拦蓄水流的灌溉工程，称之为“堰”、“坝”、“陂”、“埭”等；有在平地凿池，或在谷口及高地水所汇归处筑堤，就地滞蓄雨水的，称之为“塘”或“荡”。后来还出现了梯田与堰坝配合的梯级堰坝工程，及绕山渠道把大小陂塘连接起来的陂渠串联工程，形成类似“长藤结瓜”式的引、蓄水密切结合的水利系统。北方平原面积广大，但河流密度不大，往往修建长距离的引水灌渠工程。又因北方多含泥沙量大的河流，我国很早就引多沙河流进行淤灌和放淤，做到同时利用水、沙资源，形成一套有特色的引浑水灌溉的工程技术，既灌溉了作物，又改良了盐碱地。北方平原不仅利用地上水，还努力利用地下水，新石器时期已开始浚泉凿井，春秋时在园圃中凿井灌溉已较普遍，之后不断发展，到明清时期华北平原已形成大范围的井灌区，水井类型多样。黄淮平原地势特别平坦，排水不畅，还采用筑堤防洪、疏河排水的技术治理。南方沿江滨湖低洼平原地势平衍，河湖密布，土地肥沃，水土资源丰裕，但因过于沮洳下湿，极大地影响农业生产的进行。唐宋以后，大力开河筑圩，排水御洪，兴建独具一格的水网圩田工程，积累了丰富的筑圩浚河技术经验，把卑湿的“涂泥”之地，建成富饶的鱼米之乡。西北干旱区没有灌溉就没有农业，除采取开渠引地表河水灌溉农田的方法外，还在降雨量最少的吐鲁番等地开凿独特的引取地下潜水的坎儿井，坎儿井能减少蒸发和避免风沙的侵袭。渠道防渗技术也首先出现于西北干旱地区。东南沿海的平原地带，常遭受海潮的侵袭，古代人民根据不同地区的海岸地质、动力条件，创建了多种形式和多种结构的海塘工程，较好地保证了沿海平原地区的农业生产和城镇的安全。沿海各省还修建了许多御咸蓄淡工程。我国山丘区的盆地是重要的农业基地，各地因地制宜或开渠引水灌溉，或修筑塘坝蓄水灌溉，最早开发的汉中、南阳等盆地积累了丰富的灌溉工程技术经验。我国云贵高原开发也很早，云南高原湖泊众多，明清时进入大开发时期，积极利用和治理湖泊，工程技术大为提高。大致来说，北方多兴修引渠灌溉工程；南方山丘区以蓄水塘坝为主，低洼平原以水网圩田为主；江淮地区位于南北过渡地区，多修建陂渠串联工程。这些多样的灌溉工程技术类型经历了数千年的实践检验，具有强盛持久的生命力。

其三，工程技术的应用面广量大。灌溉工程的兴建与农业生产密切相关，直接为农业生产服务。在古代社会中，农业是最主要的生产部门，是国民经济的基础，这就决定了灌溉工程技术的社会普遍性。灌溉工程往往由国家或各级政府组织兴修，广大的民众参与施工建设和经常的维护管理工作。各个历史时期兴修的工程达数百、数千，甚至数万。如汉武帝时鼓励兴修水利，在朔方、河西、关中、华北出现不少“灌田各万余顷”的大型灌溉工程，“它小渠及陂山通道者，不可胜言也”（《汉书·沟洫志》）。唐代元和三年（公元808年）仅南昌县即兴修陂塘598所，溉田12000顷。宋代熙宁时颁布了农田水利法，鼓励兴修农田水利，全国共兴修水利10783处，受益农田36万多亩。明初，为了改善农业生产的条件，明太祖“谕天下有司皆兴水利”，并遣国子监生及人才分赴天下郡县督吏民修治水利。后据洪武二十八年末的统计，“是岁开天下郡县塘堰凡四万九百八十七处，河四千一百六十二处，陂渠堤岸五千四十八处”（《明太祖实录》卷二四三）。据统计，明代中期江西省的塘堰数已超过两万所。新疆清后期共有灌溉干渠944条，灌溉农田达

1 119. 95 多万亩。从上述可见灌溉工程技术应用的普遍性。在施工中,民间培育出许多能工巧匠。如清代乾隆时修筑海宁老盐仓段鱼鳞大石塘,该段地基为浮沙,桩打下去易浮起,后得到一位有经验的老塘工指点,才解决了浮沙打桩这一关键技术问题。

其四,社会效益高。灌溉工程技术的进步,能直接转化为生产力,对农业生产的促进作用巨大。如战国时期灌溉渠道工程技术飞速发展,秦国利用国家的力量兴修大型灌渠工程,在成都平原兴建了都江堰,在关中兴修了引泾灌渠、郑国渠,两渠效益显著。都江堰建后,“于是,蜀沃野千里,号为陆海。旱则引水浸润,雨则杜塞水门”,成为“水旱从人,不知饥谨,时无荒年”的天府之国(《华阳国志·蜀志》)。郑国渠“用注填阡之水,溉泽卤之地四万余顷,收皆亩一钟。于是关中为沃野,无凶年,秦以富强,卒并诸侯”(《史记·河渠书》)。唐中期至五代时期,江南水网圩田技术发展很快,太湖平原逐步形成五里或七里一纵浦,七里或十里一横塘的水网,在高田区构成塘浦网络,在低田区构成位位相承棋盘式的水网圩田,又完善太湖湖堤和沿海海塘系统,在高低区分界处和沿江沿海设置堰闸,这样就建成了有规则的太湖塘浦圩田系统。于是“低田常无水患,高田常无旱灾,而数百里之地,常获丰熟”(郑亶《水利书》),由此促使太湖地区农业经济的繁荣,为国家经济重心的南移奠定了基础。宋代熙宁期间政府有组织地在北方进行大规模的放淤活动,放淤的水源有汴水、黄河、漳河、滹沱河、葫芦河及天河水等,放淤技术大有进步,取得明显的效果,仅据有淤田面积的资料统计,就共淤田 645 万亩,这次活动使大片的盐碱瘠薄地得到改良。明清时大力修筑江浙海塘,“易土塘为石塘,更民修为官修,巨工累作,力求巩固”(《清史稿·河渠志三》)。海塘工程技术创新甚多,这些工程有力地捍御了江浙沿海大片平原的农业生产和城镇的安全。

我国古代的灌溉工程技术历史悠久,是我国人民在实践活动中自行创造的,适应了我国各地的自然地理条件,因地制宜,类型多样,内容非常丰富,在世界上具有独特的地位。灌溉工程技术历经了起源、发展、深化的过程,它们的发展与社会政治经济相互制约,相互促进,有关技术发展的内史与外史,以及在社会发展中的地位,是需要认真加以研究的。此外,兴修灌溉工程的指导思想、设计思想,以及在此基础上形成的水利理论,体现了各时期人们对水利科技达到的认识水平,其中有经验也有教训,这些对现代水利建设可起到借鉴的作用。而以往对历代水利事业的兴修、发展、变化研究较多,对工程技术方面则缺少系统的研究。我们知道利用技术能直接改造自然,灌溉工程技术对我国古代农业生产的发展,社会经济的兴衰都直接发挥作用,故撰写一本灌溉工程技术史是非常必要的。而且,我国水利文献卷帙浩瀚,还有不少古代兴修的水利工程仍在运行并发挥作用,这些皆为灌溉工程技术史的研究提供了有利条件。

依据我国灌溉工程技术本身发展的特征,结合各个历史时期的社会条件,我国古代灌溉工程技术史可分为以下四个阶段:

第一阶段,新石器时代至夏、商、西周时期,这是水利工程技术萌芽及以沟洫水利为主的起始期。新石器时代中期,灌排水利工程技术因原始农业发展的需要而产生。农田灌排技术首先起源于南方的原始水田地区,这从长江中下游出土的新石

器水田工具及原始水田遗址展示的灌排水渠和蓄水塘可得以证明。当原始农业向平原地区进展时,就面临了解决洪涝水的问题,起初采用的是“障”和“堙”的技术方法,之后面对特大洪水,人们又改进技术方法,出现了以排洪涝为主的沟洫水利技术。相传大禹曾“尽力乎沟洫”(《论语·泰伯》)、“决九川距四海,浚畎洫距川”(《尚书·益稷》),主要进行疏导工作,兼采“陂障九泽”的方法,平治了水土,促使低地农业有了发展,社会也进入奴隶制的夏代。商代沟洫水利继续发展,殷商甲骨文中,有表示田间沟渠的文字。西周时期,和井田制配合的沟洫工程已比较系统了。《周礼》“遂人”、“考工记·匠人”有关于旱地沟洫的布置规格,大致分为畎、遂、沟、洫、浍五级大小水沟,最后排水于川。旱地沟洫的功用主要是排涝。《周礼·稻人》有关于水田沟洫的布置,设有蓄水的“潴”、拦水的“防”、输水的“沟”、均水的“遂”、关水的“列”(田塍)、排水的“浍”,组成一套水田的灌排水利设施。又据《诗经》记载,西周时北方已有稻田灌溉工程和引泉灌溉等方法。凿井技术也萌芽于新石器时期,商、西周时期凿井已经普遍,类型多样,为井灌的产生创造了条件。但总的来说,这一时期的灌溉工程技术还处于初创阶段。

第二阶段,春秋战国至南北朝时期,是大型灌溉工程技术及陂塘工程技术迅速发展的时期。春秋战国至汉代,封建制度确立和巩固,广泛使用铁农具,积极推行重农政策,促使农田水利迅速发展,其重点由低地治水,转到发展农田灌溉为主,灌溉工程技术也因社会的需要而飞速发展,并建成不少大型灌溉渠道和陂塘工程。

大型灌渠工程,战国时著名的有魏国的引漳十二渠,秦国的关中郑国渠和四川都江堰。西汉武帝时在关中兴修了龙首渠、白渠、成国渠等。宁夏引黄渠道汉渠、汉延渠也可上推至汉代。新疆楼兰地区有“横断注滨河”的引水工程。之后,三国时曹魏在今北京建戾陵堰、开车箱渠。这一阶段根据水位和引水量状况修建有坝引水和无坝引水工程。有坝引水记载最早的是公元前453年修建的“遏晋水”的智伯渠,之后建成的漳水渠,在20里长的漳水上建12座低滚水坝。渠首壅水坝一般修筑成柴木坝、土石混合坝、竹笼石坝、堆石坝、砌石坝等。无坝引水建有分水堤、湃水堤、顺水堤等导流整治工程,以改善无坝引水的条件。渠首枢纽一般选在河流由山区进入平原的出山口段,进水、溢洪、排沙等设施安排合理,已出现系统工程的雏形。引水口位置都选择在河道凹岸偏下游的地方,这样引取的水量多,含沙量又少。渠道已采用“表”、“准”、“度”等勘测技术定渠线,并绘制或利用地图进行规划。还将灌溉干渠布置在较高地带,以尽量扩大自流灌溉的面积。引浑水灌溉的渠道纵坡布设得较陡,可防止淤积。渠道建筑物种类很多,有进水闸、分水闸、节制闸、放水闸涵、隧洞、渡槽、倒虹吸管、涵管、跌水等,还有泄水、退水、量水建筑物等。在灌溉技术方面,春秋时已有畦灌、沟灌和淹灌等不同的灌水技术,之后出现了淤灌改土、水温调节、遥润渗灌等特殊技术,并制定灌溉用水管理制度。

大型陂塘工程以公元前600年左右楚国在淮南修建的芍陂为最早。西汉时汉中、南阳、汝南地区陂塘工程很是发达,东汉时进一步向南方发展,修建的浙江绍兴鉴湖、余杭南湖工程规模都很大。之后三国孙吴在江苏句容兴修赤山湖,晋代建

丹阳练湖和新丰塘等。当时能因地制宜规划布置陂塘，巧妙地利用地形兴建平原水库或山谷水库，布设堤坝、水门和溢流设施，形成具有蓄、灌、排较为完整的蓄水工程体系。尤其是创造了陂渠串联工程技术，能对水资源更充分地加以调节利用，增加灌溉面积，提高灌溉保证率。这一技术春秋战国已应用，汉代时淮河、汉水流域的丘陵地区已经普及，之后更向南方发展。此外，春秋战国时期，井灌有了明确的记载，汉代井灌在园圃已普遍，并开始在大田中应用，北魏时有了布置井群的记载。凿井技术得到发展，深井数量增多，水井类型除前阶段有的木构井、土井、竹圈井外，又出现了陶圈井和砖井。这一阶段还发明了桔槔、辘轳、翻车、渴乌等提水和汲水机具。

第三阶段，隋唐宋元时期，是水网圩田和挡潮工程技术快速进步，各种灌溉工程技术全面发展的时期。圩田修筑技术起源于春秋吴越时的太湖地区，但发展一直不快。唐宋时由于经济重心南移，南方生产工具的进步，政府重视低地平原的农业开发，于是促进了水网圩田水利的建设，形成浙西围田、江东圩田、浙东湖田、广东堤围等不同的圩田水利形式。尤其以中唐至五代时太湖平原取得的塘浦圩田系统技术成就最大。又在皖南芜湖建成万春圩、珠江三角洲建成桑园围等许多大圩。这一时期积累了较为丰富的圩田修筑技术，总结出“修围、浚河、置闸”为筑圩的三项基本技术要素，还在一些圩区实行联圩并圩，分区分级控制，基本实现了内外分开和高低分开，有利于圩田的排灌。太湖平原为解决围田与水利的矛盾、治水与治田的矛盾、蓄水与排水的矛盾，及洪涝水的出路问题，以减少水旱灾害，努力探求治水方略，积累了不少治水经验和治水理论。东南滨海平原这一时期挡潮蓄淡工程技术大为提高。江浙沿海建成了系统的海塘工程，创造出土塘、竹笼石塘、石围木柜塘、柴塘、坡陀石塘、直立式石塘等多种结构形式，开始重视间接护岸工程。又在众多的通海溪河上修建堰闸，外以阻咸，内以蓄水。技术成就最著名的有唐代鄞县的它山堰和宋代莆田的木兰陂。

这一阶段南方的陂湖塘堰技术更加发展，重要的陂湖工程如扬州五塘、宝应白水塘、丹阳练湖、余杭南湖、杭州西湖、鄞县东钱湖、昆明滇池等都有较大的改建整治工程，使防塘水利系统更趋完善，大大地提高了陂湖的效益。宋代陈旉《农书》对陂塘修筑和管理的技术经验进行了总结。宋代北方引浊放淤技术有大的突破，熙宁年间政府组织了空前规模的大放淤活动，开发利用许多多沙河流的水土资源，变洪害为洪福，改良了大片的盐碱荒瘠地。并且，取得了选择水情适时放淤；注意地形条件，做好淤田工程；有灌有排，预筹退水出路；正确处理放淤与防洪、放淤与航运等许多技术经验。以往兴修的古渠，如关中引泾、河内引沁、宁夏引黄渠道、襄阳长渠和木渠、汉中山河堰、川西都江堰等在改建扩建中不断改进技术，修建各种形式的拦河坝及其他渠首建筑，施工技术大有进步，渠道采用多种防洪防沙设施，还建设了具有综合功能的闸枢纽工程，渠系多有扩大，布置更趋合理，扩大了灌溉面积。唐宋时国家颁布了水利法规，各灌区也多制定有严格的灌溉管理制度，能够保证有效地发挥工程的作用，协调各方面矛盾，保证灌溉工程持续地发挥效益。灌溉机具方面，翻车已在各地普及，式样多种，唐代还创制了筒车和井式水车，宋元时类型更多。在动力方面，除人力外，还广泛利用畜力、水力和风力，大

大增强了提水灌排的能力。水位和水准测量技术也大有提高，分别在渠道、湖塘和低洼平原上设置不同用途的水则碑，以掌握引水量的多少，决定蓄泄事宜，了解地区受灾的程度。唐代出现了用于测量地势高程的“水平”仪，元代能进行大面积的水准测量，并以海平面作为测量基准，是世界上最早出现的“海拔”概念。

第四阶段，明清时期，是灌溉工程技术深入发展的时期。南方圩垸水利技术和圩区治理技术更加进步，在河网及圩堤的规格、开河筑圩的施工技术、河道圩堤养护管理等方面形成一套行之有效的技术经验，明确规定了分区分级的治理方法，总结出治理四周高、中间低的“仰孟圩”技术经验。海塘工程技术大有提高，尤其是明代在浙西创建“鱼鳞大石塘”，用整齐的大条石纵横交错骑缝叠砌，塘身坚固。清代又加强基础处理，在塘基布置密集的“梅花桩”和“马牙桩”，砌筑的石块间槽榫互相嵌合，合缝处用铁锭嵌扣，油灰灌缝，塘外又作护塘的坦水，建挑水坝和挑水盘头等。江南海塘在宝山、华亭、金山等潮流顶冲的险工地段改土塘为石塘，重视护塘护滩工程，建成系统海塘工程。这些都增强了海塘的防护能力。海涂围垦技术也有明显进步，修建规模巨大的挡潮闸，还创造了围海造田的水工技术，以及改良滨海盐碱地的综合技术。

南方山丘区修建塘堰灌溉工程技术更加普及，并与多种工程技术相结合，蓄、引水和提水灌溉，充分利用水资源，大量采用梯级堰坝和渠塘串联工程技术，出现了总结堰、坝、塘修筑技术的著述。尤其是云南高原湖泊的治理技术大有提高，还有了总结滇池水利治理经验的专著。北方平原大量掘泉凿井，开发利用地下水，明清时在华北平原逐步形成具有一定规模的井灌区，促进了凿井技术和井灌机具的发展。采用筒管井的方法增加新、旧井出水量，创制了鸳鸯双井辘轳，普及水井水车，又从国外引进玉衡车、恒升车及风车等机具。传统灌渠的各种工程技术更加成熟，河内引沁灌渠引水口还改建为隧洞式和涵洞式，这是水工史上的一个创造。内地的水工技术进一步向新疆、台湾等边疆地区传播推广，新疆形成了独特的坎儿井技术。由于地区社会经济发展的需要，区域农田水利规划和治水兴利技术水平有很大提高，海河流域、黄河流域和太湖流域等地区都提出较为系统有效的治理理论和方案，区域水利走上了整体综合治理的道路，对水土资源的开发利用更趋合理。

除以上各阶段的内容之外，传统灌溉工程技术在现今的继承和发展，本书专列一篇进行阐述。如传统灌渠工程技术方面，都江堰灌区系统总结了兴建无坝引水灌渠的传统技术和传统施工技术经验，水利部及有关单位对溢流过水土坝的传统技术进行研究和推广，在渠道防渗技术、淤灌和放淤技术方面也多有继承和发展。传统塘堰技术更加普及，并与其他水利技术相结合，成为治水改土的重要技术措施。传统陂渠串联工程技术进一步得到总结和提高。改良推广利用地下水的传统打井、提水技术，在北方还发展形成了以井灌为主，井渠相结合的灌溉抗旱方式。又对群众开发利用岩溶地下水的技术加以总结。圩田水利技术在继承传统技术的基础上，总结出圩区治理的“四分开，两控制”原则，即内外分开、高低分开、排灌分开、水旱分开，控制沟港水位、控制地下水位，以全面解决洪、涝、旱、渍各方面的问题，在这总原则下各圩区因地制宜灵活规划治理方案。传统海塘工程的结构形式大多得到继承，尤其对清代留存下来的“鱼鳞大石塘”进行局部修整，使大塘更加

稳固安全，又从材料等方面加以改进，建筑“新鱼鳞石塘”，并根据不同的海岸地质和动力条件，因地制宜采取各种不同的海塘工程结构。

技术与社会是本书要阐述的重要内容之一。灌溉工程技术作为社会生产力的组成部分能促进农业生产和社会的进步；另一方面，社会历史条件又对技术进步的快慢起着积极和消极的作用。尤其是灌溉工程有强大的社会需求，投入的财力、物力、劳力很大，所以兴修工程必须要有政治经济方面的条件，及征派工匠和民工的权力，建成以后还有组织运行和维护的问题，因此中国代表国家的历代王朝政府往往在水利建设上负有更多的社会职能。国家重视、财力强盛，就能兴修大量的灌溉工程和大型水利工程，随之技术就能得到快速发展。如春秋战国时期，由于铁工具的使用，使社会生产力空前提高，社会制度发生大变革，地主封建制代替了奴隶制。新兴的封建诸侯国为了增强实力，鼓励“垦草莱”，发展农业生产。小范围以排为主的井田沟洫制被瓦解，国家组织力量兴修大型灌溉工程，如楚国兴修了芍陂，魏国兴修了引漳十二渠，秦国兴修了都江堰和郑国渠，灌渠和陂塘工程技术迅速发展，技术的发展又推动了生产的发展和社会的进步。西汉时，政府提倡农桑耕织，鼓励开垦土地和增殖人口，采取崇本抑末、轻徭薄赋的方针，至汉武帝时国力强盛，为了进一步发展社会经济，他颁布了兴修灌溉水利的诏令，由于有强大财力的支持，在关中、西北、汝南、淮南等地兴修了许多灌溉工程，工程技术又一次大为提高。

又如唐朝进入封建社会的盛期，前期社会统一、安定、富裕，南北各地多有灌溉工程的兴修，技术水平继续提高。国家还颁布了“水部式”，用法律的形式协调水利开发利用过程中的种种矛盾，以求水利资源的合理经济利用。还改进和创造多种灌排机具，推广提水灌溉。中唐后，藩镇割据于黄、淮、海流域，唐王朝的财政供给依赖于南方，“天下以江淮为国命”。又由于北人南徙，南方人口增加，水利开发的速度加快，平原洼地的水网圩田、丘陵地区的陂塘工程、滨海地带的海塘和挡潮蓄淡工程技术水平大为提高。尤其在太湖平原广兴屯田，有组织地在大范围内开畝浚筑堤路，之后，经五代钱氏政权的进一步努力，形成了系统的塘浦圩田系统，大大改善了农业生产的环境条件。宋代熙宁期间为了改变“积贫积弱”的局面，以求“富国强兵”，兴起变法改革运动，颁布“农田利害条约”，下达有利于兴修水利的政策，鼓励献计献策兴修农田水利，奖励兴修水利有功人员，形成农田水利建设热潮，工程技术又有进步，突出的如大规模放淤的技术、太湖治水治田的见解等皆上升到一个新的台阶。南宋初北人再一次大规模南徙，“大抵南渡后，水田之利，富于中原，故水利大兴”。适于南方的水网圩田、塘坝水利、挡潮蓄淡工程技术更加进步，灌溉工程技术发展至传统水利的成熟阶段。

古代水利技术思想也是本书论述的重要内容之一。传统工程技术思想反映了古代水利人物与水利家在兴修工程时的主导思想、设计思想，及人们对技术发展的内部规律的认识和应用。这一研究成果能对今人起到更多的启迪作用，利于吸取传统工程技术思想的精华，调整规划和设计思路，以取得突破性的成果。本书灌溉工程技术思想主要从三方面进行论述。一是各类灌溉工程的规划、设计技术思想。如规划设计渠道工程和渠道工程的技术思想，渠系系统工程思想，陂塘规划设计技术思

想，修筑海塘工程的技术思想，区域综合水利规划思想等。二是水利人物的水利思想。在介绍水利人物取得的水利成就时，也突出他们的水利思想。三是水利著作中体现的水利思想。水利著作中往往反映了人们对水利资源、水流现象的认识和应用理论，反映了对各种水利技术和各地水利治理内部规律的认识与理论。

中国历代有兴修水利的优良传统，在历史发展中产生了各种门类的水利工程技术，主要的有治河防洪工程、水道航运工程、城市水利工程、灌溉排水工程等技术。本书《灌溉工程技术史》属于“水利工程技术史”的一个组成部分。因兴修的灌溉工程有些是起综合作用的，这样在写作中多少与其他门类水利工程技术史有关联或重复，但各书所写侧重点不同，这是需要说明的。

CONTENTS

目录

第一编 水利工程技术的萌芽和初步发展

(新石器时代至夏商西周)

1

第一章 治水技术

3

第一节 原始农业的发展和治水技术

3

第二节 大禹治水及其技术方法

7

参考文献

13

第二章 农田排灌工程技术

14

第一节 原始水田农业的灌排技术

14

第二节 沟洫工程技术

19

第三节 《诗经》中反映的农田灌溉及技术

29

参考文献

30

第三章 凿井技术

32

第一节 水井的起源和发展

32

第二节 凿井技术

35

参考文献

40

第二编 大型灌渠及陂塘技术的发展

(春秋战国至南北朝)

43

第一章 引水渠系

45

第一节 灌溉渠系工程的发展情况

45

第二节 大型引水渠道工程的技术成就

63

第三节 灌溉渠道工程技术

81

参考文献

102

第二章 蓄水陂塘

107

第一节 陂塘灌溉工程的发展情况

107

第二节 大型蓄水陂塘工程的技术成就

119

第三节 陂塘工程技术

128

参考文献

142

第三章	凿井和灌溉机具	145
第一节	井灌的发展和凿井技术的进步	145
第二节	灌溉机具	154
	参考文献	159
第四章	水利人物、水利理论和水利文献	161
第一节	水利人物	161
第二节	水利理论认识	167
第三节	水利文献	175
	参考文献	181
第三编	水网圩田和挡潮工程技术的发展	
	(隋唐宋元)	185
第一章	水网圩田	187
第一节	低洼平原水网圩田的发展	187
第二节	筑圩和圩区水利技术成就	200
第三节	太湖平原的治水经验和治水理论	207
第四节	两宋对东南围湖利弊的认识	215
	参考文献	221
第二章	挡潮蓄淡	225
第一节	海塘的修筑和塘工技术的演进	225
第二节	拒咸蓄淡堰闸工程技术成就	236
	参考文献	249
第三章	陂湖塘堰	252
第一节	南方陂湖塘堰的发展	252
第二节	重要的陂湖工程技术	261
第三节	陂塘工程和修筑管理技术的进步	276
	参考文献	281
第四章	引浊放淤	285
第一节	引浊放淤的发展历史	285
第二节	熙宁大放淤的改土效益和技术经验	290
	参考文献	294
第五章	引水渠系	296
第一节	引水灌渠的修建和扩建	296
第二节	重要的灌渠工程技术成就	306
第三节	灌渠工程技术的进步	319