



中国水利科学技术史概论

熊达成 郭 涛 编著

成都科技大学出版社



中国水利科学技术史概论

熊达成 郭涛 编著

成都科技大学出版社

一九八九年三月 成都

中国水利科学技术史概论

熊达成 郭涛 编著

成都科技大学出版社出版

四川省新华书店经销

成都科技大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张:14.8125

1989年5月第1版 1989年5月第1次印刷

字数:315千字 印数:1—1000册

ISBN 7-5616-0268-5/TV·4(课)

定价:2.90元

前 言

我们编著的这本《中国水利科学技术史概论》，力图用现代水利科学技术的观点，以历史的眼光，去总结认识古代水利科学技术内容，对中国水利科学技术的起源和发展的主要脉落、主要成就和主要经验教训作一简明论述。因此，本书采取了按水利科学技术门类分章，按各门类的重点内容设节的体例。在内容取材上，则尽可能避免繁琐考证，有分歧的历史问题采用比较公允的结论，以适合教学的需要。本书在写作过程中，尽可能广泛参考古代文献和当代有关专家、单位最近的研究成果，把最新的内容吸收到书中来。在此，特向这些单位和个人，特别是向水利水电科学研究院水利史研究室的专家们表示衷心感谢！

这本书的体例是一个新的尝试。书中我们又作了许多大胆的分析论述。由于水平所限，书中错误和不当之处在所难免。希望水利界，水利史志研究人员，以及使用本书的学校教师 and 同学们提出宝贵批评意见。

本书由郭涛执笔，陈钰、王劲松同志协助绘制了部分插图。

作 者
一九八七年六月

目 录

前 言

第一章 绪 论.....(1)

§1-1 水利科学技术的起源和发展.....(1)

§1-2 古代水利科学技术的主要成就.....(4)

§1-3 研究水利科技史的意义和方法.....(12)

第二章 古代水利基础科学.....(17)

§2-1 古代对水流运动规律的认识.....(17)

§2-2 古代对泥沙运行规律的认识.....(21)

§2-3 古代水文测验与水文科学.....(29)

第三章 古代水利规划思想.....(37)

§3-1 古代水利区域规划.....(37)

§3-2 古代取水枢纽规划.....(43)

§3-3 古代渠线规划.....(50)

§3-4 古代湖区治理规划.....(62)

§3-5 古代跨流域水利枢纽规划.....(72)

第四章 古代水工建筑.....(81)

§4-1 古代水工建筑概况.....(81)

§4-2 古代挡水建筑.....(85)

§4-3 古代溢流建筑.....(96)

§4-4	古代水闸	(105)
§4-5	古代水工隧洞	(111)
§4-6	古代水库工程	(113)

第五章 古代治河防洪工程 (118)

§5-1	古代防洪思想	(118)
§5-2	古代堤防工程	(127)
§5-3	古代埽工	(134)
§5-4	古代堵口工程	(140)
§5-5	古代护岸工程和抢险措施	(147)
§5-6	古代河流治导工程	(156)

第六章 古代灌溉工程 (163)

§6-1	古代灌溉工程概况	(163)
§6-2	古代取水工程	(169)
§6-3	古代分水工程	(179)
§6-4	古代输水工程	(186)
§6-5	古代淤灌工程	(191)
§6-6	古代“长藤结瓜”工程	(195)
§6-7	古代拒咸蓄淡工程	(200)
§6-8	古代塘浦圩田工程	(204)
§6-9	古代坎儿井工程	(207)

第七章 古代航运工程 (210)

§7-1	古代航运工程概况	(210)
§7-2	古代灵渠工程	(215)
§7-3	古代清汴工程	(219)

§7-4	古代京杭运河工程·····	(227)
§7-5	古代航运工程的技术成就·····	(243)
第八章	古代海塘工程·····	(251)
§8-1	海塘的起源和发展·····	(251)
§8-2	古代著名海塘工程·····	(255)
§8-3	古代海塘工程的技术成就·····	(261)
第九章	古代水利施工技术·····	(273)
§9-1	古代水利工程测量·····	(273)
§9-2	古代基础工程技术·····	(283)
§9-3	古代土方工程施工·····	(286)
§9-4	古代石方工程施工·····	(296)
§9-5	古代施工导截流技术·····	(302)
§9-6	古代河渠疏浚技术·····	(306)
第十章	古代水利工程管理·····	(312)
§10-1	古代水利工程管理概述·····	(312)
§10-2	古代防洪工程管理·····	(315)
§10-3	古代灌溉工程管理·····	(326)
§10-4	古代航运工程管理·····	(335)
§10-5	古代施工定额管理·····	(346)
§10-6	古代水利法规和水利职官·····	(349)
第十一章	古代水利机械·····	(358)
§11-1	古代水利机械概况·····	(358)
§11-2	古代水利提水机具·····	(360)

§11-3 古代水力工作机械·····	(365)
第十二章 古代水土保持与水利环境问题·····	(374)
§12-1 古代平治水土的原则·····	(374)
§12-2 古代水土保持措施·····	(377)
§12-3 古代对水利与环境关系的认识·····	(382)
第十三章 古代城市水利·····	(387)
§13-1 古代城市水利的内容·····	(387)
§13-2 古代城市水利的实践·····	(394)
§13-3 古代城市水利的启示·····	(419)
第十四章 古代水利名家与名著·····	(422)
§14-1 古代水利名家·····	(422)
§14-2 古代水利文献及名著·····	(436)
第十五章 中外水利科学技术交流·····	(449)
§15-1 中外水利科技交流概况·····	(449)
§15-2 中国近现代水利事业的开端·····	(453)
附 录 本书主要参考书目·····	(465)

第一章 绪 论

水是农业的命脉。

水也是城市的命脉。

水是人类生存和发展的命脉。

一部水利发展史，就是人类不断认识和掌握水的运动规律，除水害、兴水利，不断开发、利用水资源的历史。水利科学技术的产生和发展，是人们征服自然、改造自然的能力不断提高的重要标志，是人类古代文明水平的重要标志。

本书的任务，就是介绍古代水利科学技术的主要成就，阐述水利科学技术发展的基本脉络，探讨和总结水利建设的成功经验和失败的教训，从而为祖国的四个现代化服务。

第一节 水利科学技术的起源和发展

水利的起源和 水利门类的形成

人类文明的摇篮一般都在大河两岸。中国的黄河流域、埃及的尼罗河流域、伊拉克的底格里斯和内发拉底两河流域、印度和巴基斯坦的印度河流域就是世界四大文明古国的发祥地。在原始社会，人类靠渔猎游牧为生，逐水草而居，部族定居以后，需水日增，人畜供水和生产用水的引水、供水工程也就产生了。进入农业社会，为了保护居民点和田地，就需要防御洪水、排除积水，沿海地区还需要抵御

潮水，这就产生了治河防洪工程。随着农业的发展，需要人工灌溉，这就要开渠筑堰，于是产生了农田水利工程。有商品的交换和政治、军事的需要，水运工程也就应运而生。伴随这些部门而起的还有水力机械和提水机具的发明。当今“水利”所包括的各个门类，几乎都可以在古代水利史追溯到它的源流。

水利科学技术
在实践中发展

中国历史的第一页便是关于大禹治水的传说。此后，经过历代防御洪水、治理河道的千万次实践，逐渐产生了治河防洪工程这门学科。大禹治水所依据的主要“理论”就是“水行就下”。他遵循的一条基本治水方略就是“疏导”。这就是早期人类对水流运动规律的初步认识和具体运用。秦汉时期对水沙规律有了进一步认识，治水方略争论热烈，堤防工程长足发展。宋、元时期，河防施工技术进入极盛时代，对水沙运行规律已有较深入的观察分析，全面总结当时河工技术水平的专著也开始问世。明清时期，传统的河防工程理论和技术更趋成熟。在治理多沙河流的经验和措施方面居于世界的领先地位。但一些基本理论始终处于只是定性而不能定量的前科学阶段。

灌溉理论和工程技术水平是我国水利科学技术水平的主要标志之一。它的产生和发展反映了水利科学技术的演进历程。商代的甲骨文上已有关于井田制的记载。西周发展为沟洫。春秋时期出现芍陂这样大型的蓄水灌溉工程。战国出现了低坝引水的漳水十二渠。秦代则出现都江堰、郑国渠那样大规模引水、引浑淤灌工程，在引水枢纽布置、渠线规划方面已达到相当高的水平。淤灌技术方面已有一定的探讨和

总结。汉唐农田水利进入全盛时期，农田水利工程在黄河、淮河流域和长江中、上游干支流地区普遍兴建，出现了关中地区、汉中地区、南阳地区、汝南地区、川西地区等几个大型水利灌区。以后，经济重心进一步南移，南方湖区水利迅速开发，使湖区治理思想和工程技术措施不断丰富和提高。在几千年来的农田水利实践中，逐渐形成了灌溉、排水、盐碱防治、淤灌放淤、拒咸蓄淡等多种技术门类的农田水利理论和技术。这些理论在历代河渠志书，地理志书和一些区域水利志、工程专志中都有阐述，特别是在王桢《农书》、徐光启的《农政全书》中，有比较系统的记载。由于中国地形和气候的多样化，古代人民还因地制宜的创造了各具特色的工程形式，如丘陵地区的陂塘，平原地区的灌溉渠系，滨湖滨河地区的圩田等。这些技术门类和工程形式的形成、发展和不断完善，就使我国传统的农田水利学雏形产生了。

水利科学技术水平不断提高的又一个重要标志，是人工运河的出现和发展。春秋时期开凿的邗沟，从规模和技术水平上只是一个开端。继后开凿的鸿沟，把黄河和淮河水系联结起来，不仅规模大，而且技术要求提高了。隋代开大运河，气魄更加宏大。宋代出现了澳闸，可调蓄部份河段水量。元代又进了一步，出现了梯级船闸。船队不仅可以通过水源枯竭的河段，而且可以翻山越岭，从北京直达杭州。这在世界水运史上也是灿烂的篇章，也是我国古代水利科学技术日益成熟的重要标志。

“水利”和“水工”
专有名词的出现

水利的含义和内容随着社会经济、文化的发展，而逐渐充实完备。先秦时期古籍中“水利”的含

义是泛指的概念，与现代意义上的“水利”含义有所区别。如“《吕氏春秋·孝行览·慎人》中有：“舜之耕渔，其贤不肖与为天子同，其未遇时也，以其徒属掘地财，取水利，编蒲苇，结罾网，手足胼胝不居，然后免于冻馁之患。”这里所谓“取水利”等，是泛指水产捕捞之利。直到西汉时期，司马迁在《史记·河渠书》中，才第一次明确赋予“水利”一词以治河防洪、灌溉、航运等专业内容。从此以后，水利才成为有特定含义的专门用词，才成为一项事业部门和一个专门学科。

“水工”是古代从事水利工程技术工作的专门人才，相当于现代的水利工程师。水工在战国时期已经成为一种特殊职业，凡是水利工程的规划、兴建多由他们具体负责。关于“水工”的记载，最早见于司马迁的《史记·河渠书》，叙述了韩国的水工郑国替秦国建成大型引泾灌溉工程郑国渠的史实。西汉修漕渠，先命令“齐人水工徐伯表”。“表”就是渠线规划测量。有人提出让黄河改道北流，也是先“令水工准高下”。可见，从秦汉时期起，水工已成为一支专门的水利技术队伍了。

第二节 中国古代水利科学 技术的主要成就

中国水利活动历史久远，水利门类多样齐全，水利工程各具特色，在水利科学技术上有许多独特的创造，在古代科技史上有重要建树。这些成就主要表现在基础科学、规划思

想、工程技术、器械发明和管理制度等五个方面。

水利基础科学

古代水利基础科学方面的成就，首先表现在二千多年前对水的性质和水流运动规律的认识上，战国时期的《管子》一书中就有较系统地叙述。当时已经认识到，水是自然界万物生长发育的一种基本物质，“集于天地而藏于万物”，列举了地表径流的若干现象：指出渠道输水如果坡降过陡则冲刷严重，而过缓又容易阻滞。还指出涵管输水进口端必须高于出口端；水流转弯时可能出现破坏现象；陡坡后会产生水跃，可能引起冲刷。这些认识，反映了我国早期水力学的水平，成为治理河道和修建水利工程的理论依据。

古代水利基础理论的另一重要成就表现在对河流泥沙运行规律的认识和总结方面。在西汉时期，就认识到河床中泥沙淤积与水流速度之间的关系，并提出了水力刷沙的基本思想。宋代则对泥沙淤积与河床底坡、河槽断面、河流弯道等因素的关系进行了全面探讨。明代又发展到利用水沙运行规律的认识来能动地、大规模地治导河流。这一时期对海口淤积的规律也有了一定认识。由于我国北方河流多沙，而且黄河的含沙量居世界首位。因此，我国古代在治理多沙河流方面的理论成果在世界河工史上具有重要价值。

古代水利基础科学方面的成就还表现在水文科学方面。我国在二千多年前就有对河流水位的观测设施。先秦时期对水流按汛期涨落的规律，有了认识和总结。宋代则全面、系统地总结了一年各个季节水情涨落的规律和对应的物候特点。明代在观测洪水、记录和传递水情、预测预报下游洪峰等方面，都逐步形成了一套严密的制度，对黄河的防洪渡

汛起到重要作用。清代则在全国实行了测量记录雨水，定期向中央政府奏报水情的制度。同时，在全国重要河流的一些河段设立了水尺，定期观测、记录水位。

古代水利基础科学的重要成就，还表现在对土壤盐碱化的治理和对淤灌、放淤机理的总结探讨上。《禹贡》中就有北方盐碱地的描述，称为“白壤”。《管子·地员》中则进一步指出，盐碱地“其泉咸”，“其水黑而苦”。这表明当时对盐碱地的成因有了科学的认识。战国以后则开始大量利用浑水淤灌或放淤治理盐碱地。这一时期的文献明确记载：

“若有渠溉，则盐卤下湿，填淤加肥。故种禾麦，更为秔稻。高田五倍，下田十倍”。^①这方面的理论和实践，成为我国传统农田水利的重要特色。

除了上述几方面的成就之外，在水利与环境关系，水土保持，土力学、数学在水利工程中的应用等许多方面，我国古代也进行过不少讨论和研究，直到今天也有借鉴参考的价值。

水利规划思想

古代水利规划思想方面的重要成就，首先表现在对取水枢纽工程的规划上。现代水利工程取水枢纽规划中必须考虑的地基条件好、在河流凹岸建取水口、在其侧面修建排沙和溢洪设施等几个基本要求，我国二千多年前的水利工程中已有充分体现，而且枢纽布置非常科学合理。这不仅考虑了对湾道环流水力现象的利用，而且表明在规划设计整个枢纽布置时已具有初步的系统科学思想。四川灌县的都江堰工程就是一个很好的典

① 《汉书·沟洫志》

型。大型引水工程如漳水十二渠、郑国渠和都江堰中具有一个共同特点，这就是取水枢纽都选择在河流由山谷进入平原的“谷口”地段修建。在这个位置，河床由窄变宽，坡度由陡变缓。在此布置取水枢纽，不仅便于因势利导控制水流，又便于施工，而且渠线沿山麓一定的等高线行进，可以灌溉较大范围的农田。这标志，在先秦时期我国在规划取水枢纽已达到相当高的水平。

古代规划思想方面的重要成就，还反映在渠线规划的水平上。灌溉渠线的规划一般要求应充分利用地形条件，保持适当的输水底坡，满足自流灌溉控制水位高程，以保证尽可能大的灌溉范围。对人工运河渠线的规划一般要求保证充足的水源，适宜行船的坡降，和适宜的航深等。秦代陕西郑国渠和广西灵渠的渠线选择就是很好的代表。郑国渠的规划即利用了泾水冲出谷口的水势，又利用了北山南麓一直向东延伸的自然地势，在关中腹心布置了一条设计科学、布局合理、横贯东西的大渠道，渠水自西而东地输送，可以利用北高南低的自然地形，形成一个自流灌溉系统。广西兴安的灵渠则又具另一特色。它在湘江和漓江距离最近的分水岭处开凿了一段人工河道，巧妙地将长江水系和珠江水系联结起来。同时，它的北渠还设计了“之”字形渠线、通过加大渠长来降低坡降，使被“天平”涌高的水流，经过这段“之”字形人工渠道，平缓地同天然河道衔接起来。这样的渠线选择布置，显示了二千多年前我国高超的规划水平。

古代水利规划思想的重要成就，还反映在对湖区水利的规划上。宋代太湖水利的规划治理中对如何解决太湖地区治田与治水、挡潮与排涝、蓄水与泄水、以及水利与航运等矛

盾，有过许多主张和规划方案。这些方案中体现了不少极有价值的湖区水利规划思想，其中以范仲淹和郑亶的意见最受历代重视。范仲淹提出，水网圩区的治理，应采用浚河、修圩、置闸三者并重的措施。郑亶进一步提出，应规划高圩深浦来水入港归海的塘浦圩田体制，根据地形高下，分级分片控制。一千年来，这些治理太湖的规划思想为历代治理湖区的人们所遵循。

古代水利规划思想的重要成就，也反映在对跨流域大型水利工程的规划上。明代潘季驯关于治理黄河、淮河、运河三河交汇的清口地区的总体规划思想就是这方面的突出代表。潘季驯集古代规划思想的大成，特别强调规划治河要有全局观点、整体观点。他不是头痛医头，脚痛医脚，而是有一个治理黄、淮、运的全面规划，对兴利除害有一个综合考虑。他面对的是黄、淮、运三者交叉的复杂格局，因而他的主张和措施总是把三者作为一个整体：既看到三者各自的区别，更重视彼此的联系和制约。在这一全面规划思想指导下，在一定时期内，黄、淮、运得到了较好的治理，在一定程度上减少了灾患，保证了运道的稳定和畅通。

水利工程技术

中国古代水利工程技术成就斐然，这首先表现在古代的堤坝工程技术上。它有如下特点：一是堤坝工程出现早。鲧治水所采取的措施就是修局部堤防。二是堤、坝工程种类齐全。春秋时期就有拦河坝，战国时期有堆石溢流坝，汉代已有滚水坝和挑水坝，五百年前则正式出现了“滚水坝”的专业名词。不仅有土坝，而且有石坝、竹笼装石坝、木坝、草土坝等多种材料坝。三是堤坝工程规模大。秦代以前黄河下游两岸大堤就初

具规模，汉代则形成系统大堤，由于十分雄伟坚固而称为“金堤”。1500年前就出现长6里、高20丈，横截淮河的挡河大坝“浮山堰”。明代形成的拦蓄淮河洪水的洪泽湖大堤高家堰长85里、高2丈。四是堤坝功能全。既有防洪的堤防，又有蓄水的堰坝；既有挑流护岸和整治河槽的各种丁坝、顺坝、扫工，又有溢流滚水建筑；还有使运河渠化、保障航运的堰、埭。修建这样多种类、多用途、大规模的堤坝工程，对基础工程技术、建筑材料、测量技术、开挖技术、土石方工程技术及其它施工技术都有很高的要求。因此，古代堤坝工程是水利工程技术水平的主要标志和综合反映。

古代水利施工技术也是水利工程技术的重要标志。古代在大江大河导截流技术、隧洞工程技术、防洪抢险工程技术等方面也达到相当高的水平。西汉的瓠子堵口和元代的白茅堵口，在世界河工史上也是辉煌的一页。汉代开凿的龙首渠表明，二千年前我国的隧洞开挖已有一套成功技术。

在几千年的治河实践中劳动人民创造了一套完整的河道疏浚技术，大禹治水就是“疏”字当头。古代的河道疏浚，不仅起源早，而且规模大。特别是黄河及其有关水道，疏浚工程累年不断，少则几百丈，多则上百里。运河的疏浚工程也十分艰巨。因此，在宋代就试图用机械来疏浚黄河淤沙。宋、元时期对河道疏浚的基本原则、施工程序和技术要求已形成了具体规范。清代创造了挑挖“川字河”的疏浚技术，充分利用水力刷沙的作用。在现代挖泥机械出现以前，我国传统的疏浚技术一直发挥主导作用，今天还在许多地方使用。

我国的水利工程测量技术也具有起源早、运用广、精度