

空间信息技术与文化遗产保护丛书

毛 锋 主编

中国大运河

文化遗产保护技术基础

谭徐明 等 著



科学出版社

空间信息技术与文化遗产保护丛书

中国大运河 文化遗产保护技术基础

谭徐明 等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是《空间信息技术与文化遗产保护丛书》之一。本书内容是基于国家科技支撑计划课题“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究（以京杭大运河为例）”（编号：2006BAK30B01）的研究成果。内容包括运河遗产价值认知、遗产构成、保护与管理策略、古代闸坝复原、运河遗产保护工程图例设计、数据采集技术。附录部分收录了经过注释的二十五史运河篇（元明清部分）。本书选择大运河山东德州段保护规划作为案例，以阐释运河遗产评价和保护技术的应用。

本书适用于从事工程类遗产保护、规划编制、水利专业人员，以及工程史、历史、地理、考古等领域的科研人员阅读使用。

图书在版编目（CIP）数据

中国大运河文化遗产保护技术基础 / 谭徐明等著. —北京：科学出版社，2013.7

（空间信息技术与文化遗产保护丛书）

ISBN 978-7-03-038053-1

I. ①中… II. ①谭… III. ①大运河—文化遗产—保护—研究—中国

IV. ①K928.42

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第136175号

责任编辑：彭胜潮 李秋艳 / 责任校对：朱光兰

责任印制：钱玉芳 / 封面设计：王 浩

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

新 科 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年7月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2013年7月第一次印刷 印张：15 1/4 插页：12

字数：330 000

定价：79.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

《空间信息技术与文化遗产保护丛书》

编 委 会

主 编 毛 锋

副 主 编 孟宪民 聂跃平 谭徐明

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁见祥 于 冰 毛 锋 邓 飏 李 强

杨 林 吴永兴 张金池 范湘涛 孟宪民

聂跃平 唐剑波 谭徐明

本书出版由以下课题资助

- “十一五”国家科技支撑计划课题“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究（以京杭大运河为例）”（编号：2006BAK30B01）
- 水利部项目：京杭运河全线复航水资源条件论证
- 水利部项目：大运河遗产保护与管理水利专项规划

总 序 一

当前,全球化的浪潮席卷全球,人类在创造新文明的同时不能遗忘或抛弃过去的文明。如何在城镇化加速进程中进行历史文化遗产的保护和历史文化资源的可持续利用,是全世界各个国家、民族和地区所面临的一道难题,人类在这方面已经做了长期的、积极的探索,并逐渐认识到为完成历史文化遗产保护的使命,要利用一切现代科学技术的全部潜力,保护、保全、评价、尊重、利用悠久历史文明形成的知识。为此,各国采用了许多方法,其中空间信息技术(spatial information technology)是落实历史文化遗产保护政策的有效方法之一。

空间信息技术是 20 世纪 60 年代兴起的一门新兴技术,70 年代中期以后在我国得到迅速发展,它是以全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、遥感(RS)等现代科学技术为主要内容,并以计算机技术和通信技术为主要技术支撑,用于采集、量测、分析、存储、管理、显示、传播、应用与地球和空间分布有关信息的一门综合和集成的信息技术。空间信息技术在广义上也被称为“地球空间信息科学”,在国外被称为 Geo-Informatics。它的技术内容和覆盖面都非常广泛,遥感、地理信息系统、卫星定位系统技术是空间信息技术的主线,已经成为新一轮信息化建设的新亮点,显现出其独特的技术优势与广阔的应用前景,目前已经广泛应用于国土资源、城市规划与管理、国防、灾害预警、农业、林业、水利、通信、交通、商业等诸多领域。研究表明,人类生产、生活等各类活动的信息有 80% 与空间信息有关,因此,空间信息技术的应用可谓无处不在。

2003 年 11 月,在以“人类文化遗产信息的空间认识”为主题的香山科学会议上,陈述彭院士指出:“空间技术可使我们从空间角度来研究和了解中华文明的时空演变过程;数字技术的发展,能够应用虚拟技术重建古环境和历史原貌,还可以利用其强大的管理能力,对古遗存进行科学的保护、管理,以及对大型遗址的监测等”。空间信息技术正成为文化遗产科学保护的重要手段。

当今的遥感技术可以快速提供多源 10 米级、米级、分米级空间分辨率的航天或航空遥感影像,为文化遗产的调查、评估、规划、考古研究、管理和

监测提供了前所未有的空间和属性数据;地理信息系统技术为文化遗产海量空间数据或非空间数据的网络环境下的获取、输入、处理、分析、制图与输出提供了强大的技术手段;全球定位系统技术为文化遗产的田野调查、测绘、定位提供了全天候、快捷的量测工具,特别是 GPS 的 RTK 技术可以在几分钟内提供厘米级定位服务,而 PDA 型 GPS 实现了实时米级定位服务,为文化遗产的测绘与定位带来了根本性变革;虚拟现实(VR)技术为文化遗产的计算机三维乃至四维(三维空间加时间维)展示提供了强大的功能。以 RS、GIS、GPS、VR 为代表的空间信息技术将开辟历史文化遗产保护技术革命的新篇章,将在文化遗产的调查评估、考古发掘、保护规划、管理监测、宣传展示等各个环节发挥越来越重要的作用。

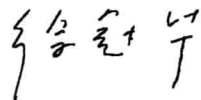
我国是世界四大文明古国之一,幅员辽阔、历史源远流长,从旧石器时代到文明社会,各时代的文化连续发展,是世界上唯一一个拥有五千年文明长河而不曾中断的国家。悠久的历史赋予了中华民族浩瀚如海且弥足珍贵的物质历史文化遗产,以及极具特色的各种民族、民间文化等非物质文化遗产,其蕴藏之丰富、品种之繁多、门类之齐全,在世界上是独一无二的。但在当前快速城市化的背景下,我国历史文化遗产保护却面临着前所未有的重视和前所未有的冲击,存在着遗产调查手段落后、遗产规划滞后或可操作性差、遗产管理手段落后、考古发掘手段落后、遗产监测手段落后或完全没有文化遗产监测措施、文化遗产展示手段单一难以满足亿万人民群众的需求等诸多问题。这些问题导致了历史文化遗产保护的困难,限制了历史文化遗产的充分利用,也不利于弘扬我国灿烂文化和启发亿万人民的自主创新能力。

2006 年国家科技支撑项目支持了“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究(以京杭大运河为例)”课题的研究,该项目是国内首次系统研究空间信息技术在文化遗产保护领域中应用的课题,是建设中国特色文化遗产保护科技创新体系战略任务中的重要项目,对大遗址保护规划的制定、保护管理水平的提高、遗址环境变化的动态监控、人民大众享受文化遗产保护的成果等方面均能起到科技支撑和引领的作用。课题将空间信息技术与传统方法有机结合,对京杭大运河沿线不同时空尺度的遗址现状、沿线文物分布、河道变迁、湖泊湿地演变及城镇土地利用变化等进行了系统、详细、科学、高效的调研与分析,初步验证了空间信息技术在大遗址保护中的应用领域并建立了实用技术支撑体系。

为全面提高我国文化遗产保护水平,充分利用空间信息技术提供的有效技术手段,课题组将课题研究成果进行了凝练和总结,编写出版了这套《空间信息技术与文化遗产保护丛书》。该丛书最大特点是实现了自然科学与人文科学的结合,将现代科学技术应用到传统的文化遗产保护工作中,内容涵盖了文化遗产保护的相关理论与实践、空间信息技术的相关理论及其在文化遗产保护中的应用实践等内容。该丛书对目前空间信息技术在文化遗产保护中的应用具有很实际的指导作用,是文博系统管理、研究人员所迫切需要的参考书籍。

该丛书的作者在文化遗产保护领域或空间信息领域从事了多年的研究,在文化遗产保护理论与方法、空间信息技术的原理和应用方法等方面积累了丰富的经验。丛书的出版为空间信息技术和文化遗产两个学科的交叉应用研究提供了从需求、设计到应用的基础知识、技术方法、应用体系和系统建设示范,为文化遗产领域、空间信息技术领域及相关领域的机关事业单位、科研院所、高等院校工作和研究人员提供了实用参考。

希望该丛书的出版能够对我国历史文化遗产保护工作起到积极的推动作用。



2009年4月19日

总 序 二

文化遗产是人类文明的见证者,是国家和民族乃至全人类的财富。把文化遗产真实、完整地传承给子孙后代是我们义不容辞的责任。

5000 年不曾中断的中华文明,所淀积的文化遗产数量众多且分布广泛。社会经济的飞速发展,以及快速城市化进程,使我国文化遗产保护事业面临着严峻的考验。既有的保护理念、保护手段已不能适应新情况,要求我们在保护理念、技术、方法等各个方面都要有相应的进步,如何充分利用当今先进科学技术成果,进行科学的文化遗产保护,是摆在我们面前的重大课题。

如大运河这一历史文化遗产的保护,存在着时空跨度大、部分活态在用、跨多个行政区域等特点。做好保护和申报世界文化遗产工作,都迫切需要在摸清大运河家底现状、价值评估、保护规划编制、监测管理等方面开展大量工作,问题复杂,困难很大,对各种科学技术需求十分强烈。

而以地理信息系统(GIS)、遥感(RS)、全球定位系统(GPS)、虚拟现实(VR)为代表的现代空间信息技术,不仅对做好如大运河、长城、丝绸之路、茶马古道等线性文化遗产保护大有可为,而且对大遗址等空间认知具有重大现实意义。GIS、RS、GPS 等现代科学技术,并辅以计算机技术和通信技术,在文化遗产数据采集、现场量测、关联分析、动态存储、高效管理、三维显示、宣传展示都有广阔的应用前景,其在空间信息获取、处理、管理和分析上的优势,必将成为考古学家和文化遗产保护专家的“第三只眼”,从而有力地推动文化遗产保护向纵深和广度发展。

为了促进空间信息技术在文化遗产保护领域的深入应用,国家科技支撑计划“大遗址保护关键技术研究”项目设置了“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究(以京杭大运河为例)”课题。课题主要任务是建立空间信息技术在大遗址保护中应用的框架体系和标准规范,研究空间数据在历史文化遗产保护中的应用方法,研究大遗址保护地理信息系统、保护规划辅助支持系统、虚拟现实系统等建设技术方法,课题以大运河为示范区,研究了大运河的河道演变、生态环境演变等,建立了大运河沿线文物数据采集系统、大运河保护规划辅助支持系统、南水北调东

线工程文物抢救保护辅助支持系统、大运河虚拟现实系统等。

丛书作者以“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究(以京杭大运河为例)”课题的研究成果为基础,编写了《空间信息技术与文化遗产保护丛书》。该丛书包括《大遗址保护理论与实践》、《京杭大运河沿线生态环境变迁》、《京杭大运河时空演变》、《中国大运河文化遗产保护技术基础》、《空间信息技术在京杭大运河文化遗产保护中的应用》等专著。

我衷心期望空间信息技术能在文化遗产调查、遥感考古、保护规划、遗产监测、遗产展示等方面更好地满足当前的文化遗产保护事业的需求。希望该丛书的出版为空间信息技术和文化遗产保护两个领域的学科交叉提供研究成果和应用案例,为文化遗产保护领域的管理人员和研究人員提供参考,提高空间信息技术在文化遗产保护中的应用水平,提升我国文化遗产的保护水平。

单霁翔

2009年4月

总 前 言

迄今为止，我们已知的宇宙尚没有证明除地球之外的其他星球有生命存在，生命对地球上的每一种生物来说都是极大的幸运。人类作为今天地球的主宰，在还没有弄清恐龙灭绝等几次生物大灭绝的奥秘时，却迎来了全球变暖等生态环境迅速恶化有可能带来的又一次生物大灭绝的挑战。由于全球变暖、海平面上升、臭氧层破裂、自然灾害频繁、恐怖袭击等，地球村的生态安全及生物安全风险受到的威胁越来越大。基于现在预测未来的科学方法和技术无疑是急迫而重要的，反演人类历史演变过程，乃至虚拟地球的演变发展历程，从而基于历史来分析现在和预测未来同样也是急需而重要的。建立地球及人类发展的时空图谱和时空构架不仅可以使我们更清楚的了解地球及人类的历史，更重要的是可以认识地球及人类演化的动态过程和未来的可能趋势，正所谓温故而知新。利用空间信息技术在地球空间下和整个人类历史背景下探索文化遗产保护及人类历史演变进程方面的问题，不仅对人类文化遗产的挖掘与保护具有重要意义，而且对监测分析全球变化和预测全球未来同样具有重要意义。

中国是世界上唯一经历五千多年文明不曾间断的国家，建立我国文明进程的空间框架不仅是对我国文化遗产挖掘与保护的贡献，也将是对世界文化遗产挖掘与保护的贡献。自明朝我国封海闭关的近四百年来，西方文化逐渐成为引领世界的主流。西方文化引领带来了科学技术的进步，今天我们已进入了信息化和“地球村”时代。但冷静下来仔细思考一下，发现西方文化主导的科技进步也同时带来了地球资源快速消耗、生态环境迅速恶化、同一流感可以数天传遍全球、沉睡千万年的南北极冰雪加速融化等始料不及的恶果，世界上大部分城市正面临着缺少淡水、能源不继、生态恶化等威胁。五千多年中华文明的时空演变轨迹所蕴含的丰富信息，不仅可以证明伟大的中华文明，而且还可从中华文明的历史时空挖掘出中国的人类文明观和世界未来发展观。五千年中华文明已经对世界做出过贡献，五千年文明史的挖掘和利用将继续对世界的未来作出更大的贡献。

中国正处在快速城市化进程中，5000多年文明的证据绝大多数还沉睡在数米乃至十几米的地下文化层中，我国文化遗产的挖掘与保护受到了前所未有的重视，同时也受到了前所未有的冲击。国家大型基础设施建设和大规模城市建设虽然使许多文物得以被发掘和进入博物馆得以保护，但许多无比珍贵的饱含极丰富历史信息的、不可再生的历史文化层被永远地破坏了。快速城市化进程是一把双刃剑，城乡建设的同时也在加速着文化遗存的破坏。空间信息技术不仅对我国快速城市化背景下的文化遗产考古发掘、现场信息采集、文化遗产保护规划、文化遗产监测与管理、文化遗产展示与宣传具有重大的应用价值，而且对中国文明时空框架下整合利用所有考古发掘成果，从而进行时空分析、虚拟古环境、模拟中华文明演变过程、进一步推进中华文明探源

也有重大现实意义。

我们借参与国家科技支撑项目“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究（以京杭大运河为例）”之机，有幸探索以空间信息技术为代表的自然科学与人文科学交叉的问题，又得助于国家文物局及有关文博行业领导、专家的支持和指导，进行了空间信息技术、城市规划、水利工程等自然科学与历史学、考古学、文献学、社会学等人文科学交叉联合攻关，我们幸逢这样难得的机遇，将有关成果编成丛书，抱着抛砖引玉的心态，旨在推进自然科学特别是空间信息技术在文化遗产保护中的应用，并期望能为中国文化遗产保护、中华文明的探源与复兴，从人类历史演变看全球变化及预测未来趋势有所贡献。《空间信息技术与文化遗产保护丛书》就是在这样的背景、需求、机遇下自然科学人文应用的成果之一，虽然各书的作者都曾经进行了空间信息技术与文化遗产保护的长期研究，但学无止境，今天各书的出版问世仍然存在不全面、不深入的地方，不当之处深切希望各界专家、朋友指正。

本丛书的出版要特别感谢已故的陈述彭院士、已故的徐苹芳教授的指导和帮助，特别感谢徐冠华院士和国家文物局单霁翔局长在百忙中为丛书写序，特别感谢科技部科技支撑课题“空间信息技术在大遗址保护中的应用（以京杭大运河为例）”（课题编号：2006BAK30B01）和课题组织单位国家文物局对丛书的赞助和支持。

毛 锋

2009年5月6日

于清华园

前 言

2005年,科技部“十一五”科技支撑项目“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究(以京杭大运河为例)”立项,这是大运河文化遗产保护研究迈出的关键一步。京杭大运河这一在中国历史中具有重要地位的伟大工程,自20世纪初终止漕运后,已经沉寂了100多年,运河的水道、闸坝、驿站、湖泊以及碑刻、衙署逐渐湮废。这一项目的实施,无疑对运河文化遗产保护具有重大意义。

京杭大运河流经8省、34个地级以上的城市,连通海河、黄河、淮河、长江、太湖、钱塘江、甬江,全长超过2 000 km。运河连续水路之长,跨越地区间自然环境差异之大,是世界任何运河不可比拟的,由此而造就了运河丰富多样的水利工程。目前山东济宁以南至杭州仍具有水运功能,不通航的河段大部分保留着灌溉、排水、行洪、生态或景观的功能。济宁以北的运河,由于水源工程废弃,水道长期断流,甚至部分运河河段沦为排污河道,与大运河的历史文化地位极不相称。2006年,国务院将京杭大运河整体公布为全国重点文物保护单位,将大运河文化遗产保护工作提到了议事日程。

恰逢其时,“空间信息技术在大遗址保护中的应用研究(以京杭大运河为例)”项目成为大运河保护最早的科研课题。在本项目中,我们研究的任务是运河保护前期工作所面临的技术性基础工作。即有关历史时期运河各节点枢纽工程、典型闸坝、各段水道的工程形态,工程类文化遗产认定标准即价值评价体系,各类工程的运行机理、突出价值的阐释等是我们科研的主要任务。

然而,我们面对的是如此陌生的大运河。运河在自然河流作用下,各河段在相对稳定的格局下,不断调整着水道和工程设施。尤其是1128年、1855年黄河南徙和恢复北行期间,数百年的南北泛滥,使跨越黄淮海运河山东段(会通河)湖泊或产生、或消失,更留下了不同时期错综复杂水道。20世纪50年代以后,持续50年的农田水利工程建设,运河航道的升级改造,乃至近30年空前高速的城市化进程,都在改变着运河及其沿岸的街区、历史建筑。如何选取代表性的运河水道?如何界定代表性的工程?存续于历史时期而现在已经仅存遗址的工程,其价值如何予以客观准确的阐释?它们是运河保护绕不开的问题。

课题组面临资料缺乏的困难,多数研究者更是第一次与运河“相遇”。得益于成书于1998年的姚汉源先生著作《京杭运河史》,它成为研究的先导。大运河地形、地貌、水资源条件最早的资料是20世纪30年代整理运河委员会的前期工作中的积累。项目执行期间,课题组多次进行田野考察,与文化遗产、历史建筑、规划、考古等不同

学科的学者共同工作和学习。运河沿线各省、市、县文物、水利等部门对我们的工作给予了大力支持，课题组完成了既定的任务，成果在后来的运河保护规划编制中得到应用。

本书第1、2、3、4章梳理了运河及其工程技术的历史沿革，在此基础上从理论层面分析了工程类文化遗产的构成要素，从而提出了价值评价指标；基于运筹学理论，提出了定性与定量相结合的工程类文化遗产的层次分析法，即CHIVA（Canal Heritage Integrated Value Analysis）法。第5章对于处于黄泛区的运河河段，针对水道、工程设施毁于黄河洪水、遗址被泥沙深埋的特点，研究了工程遗址的数据采集技术。针对古代重要水利工程价值认知和保护技术的需要，基于文献记载在第6、7章对典型工程建筑及其结构逐一复原，以及阐释运行机理的水工模型技术及其应用。第8章根据古代水利工程的类型和特点，设计了适合运河保护规划的专用图例，弥补了现有水利工程图例的不足，这些图例在运河保护规划图中得到应用。第9章根据大运河管理中存在的问题，对遗产保护的管理制度进行了探索。在上述基础上，本书最后一部分阐述了大运河保护关键技术的定位，提出了基于运河工程的保护原则、指导思想及技术措施。

本书各章作者如下：

第1章 概述，谭徐明

第2章 古代运河工程技术沿革，谭徐明

第3章 运河文化遗产构成与评估要素，谭徐明、朱云枫

第4章 价值评价体系与CHIVA评价法，张念强、王英华

第5章 工程遗址数据采集技术，张念强、唐剑波

第6章 古代典型闸坝及复原，李云鹏、张念强

第7章 典型工程运行机理阐释技术，王力、李云鹏、朱云枫

第8章 运河遗产保护工程图例设计，万金红、马建明

第9章 遗产保护的管理制度研究，邓俊

第10章 运河保护战略定位与规划要点，谭徐明、刘建刚

附录一 运河保护规划案例，谭徐明、王英华、万金红、张念强、李云鹏、朱云枫

附录二 二十五史河渠志运河篇（元明清部分）注释，谭徐明、李云鹏

全书统稿 谭徐明、刘建刚

目 录

总序一

总序二

总前言

前言

第 1 章	概述	1
1.1	大运河各河段及水道简史	1
1.2	关键控制工程的分布	6
1.3	漕运管理	7
第 2 章	古代运河工程技术沿革	11
2.1	区间运河的沟通和跨流域运河的规划与建设	11
2.2	水量调配及避沙枢纽工程	21
2.3	运河过江、过河的平交枢纽工程和节水工程	29
2.4	明清黄淮清口枢纽——蓄清避黄的综合工程措施	37
第 3 章	运河文化遗产构成与评估要素	41
3.1	主体构成	41
3.2	评估要素构成及阐释	43
第 4 章	价值评价体系与CHIVA评价法	47
4.1	价值构成与评价指标体系	47
4.2	CHIVA价值评价法	49
4.3	指标体系与量化准则	51
4.4	确定指标权重	53
4.5	评价实例——南运河价值评价	54
第 5 章	工程遗址数据采集技术	58
5.1	工程遗址的数据来源分析	58
5.2	工程遗址的数据采集需求与方法	59
5.3	三维激光扫描技术应用实例——南旺柳林节制闸建模	63
5.4	地质雷达应用实例——南旺枢纽工程遗址探测	69

第 6 章 古代典型闸坝及其结构复原	78
6.1 典型闸工及结构复原	78
6.2 典型堰坝及结构复原	87
第 7 章 典型工程运行机理阐释技术	92
7.1 水工模型简史	92
7.2 水工模型原理	93
7.3 南旺枢纽模型技术路线	95
7.4 南旺枢纽模型设计	96
7.5 南旺枢纽模型制作及演示	110
第 8 章 运河遗产保护工程图例设计	117
8.1 遗产保护工程图例应用现状	117
8.2 图例设计原则	118
8.3 图例设计步骤	119
8.4 图例设计	120
第 9 章 遗产保护与管理制度研究	123
9.1 保护与管理体系现状	123
9.2 国内外案例借鉴	127
9.3 大运河保护与管理制度	128
第 10 章 运河保护战略定位与规划要点	131
10.1 战略定位与保护策略	131
10.2 大运河保护的法律法规及规划地位	132
10.3 运河文化遗产保护主体的认定与构成	132
10.4 规划技术要点	133
参考文献	135
附录一 运河保护规划案例——大运河山东德州段遗产保护规划	137
附录二 二十五史河渠志运河篇（元明清部分）注释	161
元史·河渠志·运河	162
明史·河渠志·运河	181
清史稿·河渠志·运河	210

第1章 概述

运河自春秋末创始，先是因战争运输的需要，在河湖之间开凿短距离的水道。至秦汉以来，凡统一王朝几乎都以运送粮食为目的，通过旧河整治和新河开凿，逐渐形成穿越多个流域、联系不同水系的大运河，构成以政治中心为目的地的连续水道。秦汉至于隋唐宋，大运河的兴建和经营先后以长安（今西安）、洛阳、汴京（今开封）、临安（今杭州）为运输目的地，已经形成了中国东部除闽、粤、桂以及东北地区以外的各主要江河的连通。元代定都北京后，新开会通河及通惠河，与前代运河相连接，构成北至北京，南至宁波海港，纵贯中国东部的南北大运河，全长2 000多公里。运河从邳沟算起至清末，运行时间长达2 000余年，留下了中国不同时期政治、文化、技术深刻印迹。

大运河是经历了不同历史时期而逐渐形成的。与大运河演变相始终的是运河工程技术不断进步的历程。最初运河，只是相邻河流之间简单连通，水量受自然河流制约。运河在其运用中，通过工程措施蓄积和调配水量，弥补了区间水量季节的差异。运河与自然河流逐渐分离，最终只交汇于运口。各段运河最终成为相对独立的工程体系。

1128年黄河在开封决口，改道由汴入泗，经由淮安汇淮河，夺淮河水道至云梯关入黄海。在黄河夺淮700年间，黄淮、黄卫（河）之间的运河在黄河泛滥的洪水之下，相继湮埋于黄河泥沙之下。元代开会通河意在尽量避开黄河影响。这条大运河使前代水道过淮河后再越黄河，过山东、河北而抵北京，是为今人所称之——山东运河，此全长500多公里之大工程，穿越黄淮海三大流域，战胜约50米地形高差，集中了几乎古代所有的工程类型。这段运河的演变，与黄淮江河湖泊的演变息息相应。

1.1 大运河各河段及水道简史

公元前5世纪的中国，正值群雄争霸的春秋战国末期。诸侯国之间的兼并战争，推动了意欲问鼎中原的齐、吴、楚、越等强国开凿运河。早期的运河主要分布于各江河下游平原水网地区，它们是留存至今的京杭运河的浙东运河、江南运河、淮扬运河段的肇始（图1-1）。三国时曹操开白沟、平虏渠，演变为京杭运河的南运河和北运河河段。元代所开会通河又名山东运河，联系黄淮海三河水系，北与南运河、卫河汇于山东临清，南接黄河。后来演变为今京杭运河会通河、黄河故道和中运河河段。通惠河系元代所开横贯北京东西的运河，东与北运河相通，西至北京内城什刹海。京杭运河自北而南沟通海河、黄河、淮河、长江、太湖、钱塘江各水系，按行政区分段，自北而南为：通惠河、北运河、南运河、山东运河、中运河、淮扬运河、江南运河、浙东运河，今天位于大运河沿线的重要城市有北京、天津、聊城、济宁、台儿庄、淮安、扬州、镇江、常州、无锡、苏州、嘉兴、杭州、绍兴、宁波。