

我国古代城市排水系统技术特征及当代启示

游昶元 李若语

兰州交通大学 建筑与城市规划学院

DOI:10.12238/bd.v9i3.4392

[摘要] 中国古代城市排水系统是人类文明史上的一项卓越工程成就,其设计理念与营建技术深刻体现了古代匠人的智慧与前瞻性。本文综合运用考古发现、历史文献研究与现代学术成果,系统梳理了古代城市排水系统的技术演进特征及其在城市规划、公共卫生与环境可持续性中的核心作用。研究表明,历代都城的排水设施与自然水系巧妙结合,形成了高效的分流、排放与调蓄体系,有效保障了城市卫生安全,降低了水患风险,并促进了水资源循环利用。此外,社会结构、经济动力与治理模式深刻影响了系统的发展。基于此,本文提出,借鉴古代“天人合一”的整体规划观、因地制宜的技术智慧及可持续的水资源管理策略,对解决当代城市面临的洪涝灾害、水环境污染及生态韧性不足等挑战具有重要启示意义,为融合传统智慧与现代科技推动可持续城市规划提供了历史镜鉴。

[关键词] 古代城市排水系统; 公共卫生; 环境可持续性; 传统智慧

中图分类号: S276.3 **文献标识码:** A

Technical Characteristics of Ancient Chinese Urban Drainage Systems and Contemporary Implications: A Review

Changyuan You Ruoyu Li

School of Architecture and Urban Planning, Lanzhou Jiaotong University

[Abstract] The ancient Chinese urban drainage system is a remarkable engineering achievement in the history of human civilization, and its design philosophy and construction technology profoundly reflect the wisdom forward-thinking of ancient craftsmen. This paper systematically reviews the technical evolution characteristics of ancient urban drainage systems and their central role in urban planning, public health, and environmental sustainability by archaeological findings, historical literature research, and modern academic achievements. The study shows that the drainage facilities of successive capital cities were ingeniously integrated with natural water systems, forming an efficient of diversion, discharge, and regulation, which effectively ensured urban sanitary safety, reduced the risk of water disasters, and promoted the circular use of water resources. In addition social structure, economic driving force, and governance models profoundly influenced the development of the system. Based on this, this paper proposes that drawing on the ancient holistic planning concept of "harm between man and nature", the technical wisdom of adapting measures to local conditions, and sustainable water resource management strategies has important enlightening significance for addressing the challenges faced by contemporary cities, as flood disasters, water environmental pollution, and insufficient ecological resilience, and provides historical references for promoting sustainable urban planning by integrating traditional wisdom with modern technology.

[key word] Ancient urban drainage system; Public health; Environmental sustainability; Traditional wisdom

古代中国城市排水系统是城市发展史上的关键技术,反映了古人对自然环境的深刻理解和应对城市化挑战的智慧^[1]。从秦汉至明清,排水系统不断演变创新,展现了技术进步并提升了城市公共卫生和环境可持续性。这些系统采用陶质管材、砖砌渠道,并利用自然水道,其核心地位受到社会结构、经济和治理

模式的影响。面对现代城市的水患和环境挑战,古代排水系统的传统知识和技术具有重要参考价值。全球气候变化导致的极端天气、快速城市化改变的土地利用模式,以及环境污染等问题加剧了城市水患风险^[2]。本研究旨在探讨古代排水系统的技术特征,分析其在现代城市中的应用潜力,强调传统知识与技术创新

的重要性,为现代城市面临的水患和环境问题提供历史启示和解决方案。

1 古代城市排水系统的历史演变及技术特点

1.1 秦汉时期的初步形成

秦都咸阳的排水系统已展现出高度的科学性与普遍性,其明渠网络辅以管道、沟池等多种设施,覆盖城内各功能区及城外,并可能运用了虹吸原理、管道套接及防腐措施^[3]。在此基础上,汉都长安进一步发展出庞大而优化的排水体系,包含总长35公里的城壕、明暗渠,并在关键部位采用砖石拱券结构提升稳定性与防渗性,重要区域更增设渗水井与管道。尤为重要的是,汉长安通过城外修建昆明池、镐池等调洪蓄水设施,将城市水系整合为集供水、排水、调蓄及航运于一体的综合系统,充分体现了秦汉时期城市规划与工程技术的显著进步。

表1 秦咸阳城和汉长安城排水系统对比

特征	秦咸阳城(公元前350年起)	汉长安城(公元前202年起)
城市规模	较小,约为10平方公里	较大,约为35平方公里
排水系统类型	明渠排水系统	暗渠排水系统
主要排水设施	城墙外的护城河、城内的明渠	地下的暗渠、井、排水沟
排水设施布局	较为简单,主要沿城墙和主干道布置	较为复杂,覆盖全城,与道路、街区相结合
排水能力	受限于明渠系统,排水能力有限	暗渠系统,排水能力较强
污水处理	较为简单,主要依靠自然沉淀	较为先进,设有专门的污水处理设施
防洪措施	较为简陋,主要依靠城墙和护城河	设有专门的防洪设施,如堤坝、水闸等
维护管理	较为简单,主要依靠人力	设有专门的管理机构,定期巡查、清理

1.2 唐宋时期的技术进步

唐代长安城以严谨的棋盘式布局为基础,在街道下铺设了经过精密计算的陶制排水管道,并巧妙整合渭河、泾河等自然水系,兼顾排水、供水与防御需求。在此基础上,宋代东京城则实现了更复杂的排水工程:除街道旁的综合沟渠外,更发展了由砖石大型暗渠和高质量陶瓷管组成的广泛地下网络,并以汴河为排水主干,通过持续疏浚加固连接湖泊支流,形成高效网络^[4,5]。尤为创新的是,东京城采用了分区排水管理,将城市划分为独立排水区域,显著提升了防洪能力。在污水处理上,两城均利用城郊农田湿地进行天然净化,但东京城还增设了专门的粪坑和污水池。技术材料方面,长安主要使用石材、黏土,而东京则更多应用砖石结构和陶瓷管件,技术更为先进,且随着经济发展,东京富裕居民甚至可能建造私人排水系统,体现了城市基础设施的进步。

表2 唐长安城和宋东京城排水系统对比

特征	唐长安(582年起)	宋东京城(966年起)
布局	棋盘式布局,护城河兼防御与排水	棋盘式布局,天然河道+运河为主排水
主要排水设施	街道排水沟(市场区为重点)	街道沟渠、地下砖砌暗渠+陶管系统
河道与水系	整合自然河流及人工运河	汴河为核心,疏浚加固串联湖泊支流
污水处理	城郊农田/湿地天然净化	农田/湿地净化+粪坑、污水池
技术材料	石材、黏土	砖石结构、陶瓷管件(技术升级)

1.3 明清时期的成熟与完善

明初南京的排水系统巧妙融合自然地形与人工设施:护城

河环绕城郭,秦淮河与玄武湖贯穿城区承担主要排水功能;街道两侧设砖石沟渠,城门处建水关防洪排污,生活污水经简易过滤后部分用于农田灌溉。技术上沿用传统砖石木材,公共区域设施较完善,而民居排水多自行排入自然水体^[6]。至永乐时期迁都北京,城市排水在元大都基础上全面升级:依托护城河、城内湖泊及运河构建水系网络,故宫暗沟系统尤为精妙,以雕刻石质排水口兼顾效率与艺术性;明清两代持续优化,采用更耐久的花岗岩材料,清朝新增设施并制定管理制度。与南京相似,北京排水亦侧重公共区域,但宫殿、皇家园林及贵族府邸拥有独立系统,普通民居仍依赖公共沟渠。

表3 明南京城和明清北京城排水系统对比

特征	明朝南京城(1368年起)	明清北京城(1407年起/1644年扩建)
布局理念	依地形建城,护城河+秦淮河水系贯穿	“前朝后市”格局,护城河环绕+城内湖泊群
核心设施	街道砖石明沟、城门水关	石砌暗沟、故宫金水河、泄水闸
水系利用	秦淮河主导排水,混合排放雨污水	西北向东南自然坡度排水,护城河+湖泊调控
污水处理	雨污混排入河,部分过滤灌溉农田	雨污分流,部分污水灌溉皇家园林
技术材料	传统砖石木材	花岗岩精密建造(故宫雕刻排水口)
系统覆盖	公共区域为主,民居自行排放	公共设施+特权阶层独立系统(宫殿/贵族)

2 古代排水系统在城市规划中的作用

古代排水系统是城市健康发展的基石。在公共卫生层面,它通过集中收集雨水污水、减少积水蚊患来遏制疾病传播;改善环境面貌避免恶臭污染;并借助雨污分离保障饮用水安全,同时是提升居民卫生意识、吸引人口、促进经济繁荣的关键。在环境可持续性上,系统实现了水资源循环利用,减少浪费;通过“宽窄式”布局兼顾日常排洪与汛期减灾;疏浚河道、修建堤坝等措施降低生态干扰,并开发低洼湿地扩展居住与耕地。此外,排水系统改善了城市微气候,抑制霉菌繁殖,从多维度提升人居环境质量。古代排水工程直面城市化挑战:其管网为人口增长提供基础生存保障,通过优化布局推动路网发展,并借地下设施节约土地资源^[7]。这一基础设施缓解了民众对环境的不满,促进社会安定。面对气候变化,古人更展现出卓越适应力:以都江堰为代表,通过鱼嘴分水堤、飞沙堰、宝瓶口等无坝引水技术,实现旱涝精准调控。这种融合自然地形与人工智能的设计,使系统具备长期气候韧性,成为古代城市可持续发展的核心支撑。

3 影响古代排水系统发展的社会和经济因素

古代城市排水系统的发展由多重动力共同推动:在政策层面,中央政权将排水工程视为重要政绩,通过财政投入、法规制定及“中央—地方—民间”三级协作机制强力主导;经济上,商业繁荣带来的人口聚集催生基建需求,国家财力与民间资本共同支撑工程建设,并与交通网络形成协同效应;社会认知中,卫生意识觉醒、洪涝灾害教训及宗教文化需求强化了公众对排水设施的重视;技术上,建材革新、工艺进步、科学化设计及国际经验引进,系统性提升了排水效能与可持续性^[8]。

4 从古代排水系统到现代城市规划的启示

古代排水系统为现代城市提供多维启示:设计理念上,应继承“天人合一”的整体观与实用审美并存原则,强化系统性与人

文关怀; 技术融合中, 需结合传统材料耐久性与现代科技优势, 通过工艺创新提升效能; 可持续发展层面, 须借鉴“以水定城”的生态智慧, 发展海绵城市、雨水回用策略及绿色基建, 同步注重文化文脉延续; 应对水患时, 应整合古代地形利用经验与现代工程手段, 并建立社区参与和政策保障机制, 实现灾害韧性治理。

5 结论

5.1 古代排水系统的技术成就和现代价值

中国古代排水系统的技术成就彰显了卓越的工程智慧。从秦咸阳遗址出土的陶质套接排水管, 到北宋东京城以汴河为轴心构建的明暗渠复合水网体系, 这些实践不仅印证了古人在材料工程与水文地理学上的突破, 更揭示了超越时代的系统性规划思维。其现代价值体现为三重维度: 在技术层面, 诸如清代北京城专职官员巡查的精细化运维机制、都江堰无坝分洪的弹性设计, 为当代智慧水务系统提供了原型参照; 在生态层面, 唐宋时期“以地形定水势”的坡度导流理念与污水灌溉的资源循环利用实践, 直指海绵城市与低碳发展的核心诉求; 在社会治理层面, 《宋会要》所载汴河疏浚民夫轮值制所体现的社区共治模式, 为现代公众参与水环境治理树立了历史范本^[9]。

5.2 对未来研究的建议

为激活传统治水智慧的当代生命力, 亟需构建多维度研究路径。基础研究应整合考古遗存、历史文献及GIS数字复原技术, 建立中国古代排水工程谱系数据库; 比较研究可通过对标唐长安与古罗马暗渠等案例, 提炼地域性技术适应模式; 技术转化需推动夯土防渗工艺改良等“古法新用”实验, 并将传统水循环思想融入AI水文模型; 实践层面则建议在雄安新区等新兴城市试点“仿宋式分区排水+智能监测系统”的集成方案。这种从考据到创新的研究框架, 不仅能为长江流域防洪、华北地下水回补等

现实问题提供新思路, 更将重塑人、水、城三者关系的可持续哲学^[10]。

[参考文献]

- [1]赵杨, 车伍, 杨正. 中国城市合流制及相关排水系统的主要特征分析[J]. 中国给水排水, 2020, 36(14): 18-28.
- [2]车伍, 杨正, 赵杨, 等. 中国城市内涝防治与大小排水系统分析[J]. 中国给水排水, 2013, 29(16): 13-19.
- [3]吴国源, 李陆斌. 秦汉时期典型宫殿建筑基址柱与地面受力连接方式分析[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2018, 50(2): 242-248, 257.
- [4]石自社, 陈良伟. 河南洛阳市中州路北唐宋建筑基址发掘简报[J]. 考古, 2005(2): 41-53, 97, 2.
- [5]贾鸿源. 唐代洛阳官城三朝建筑布局检讨——兼论其对五代及北宋官城之影响[J]. 史学月刊, 2020(7): 39-50.
- [6]李兰芳. 从永定门到钟鼓楼: 明清北京城的中轴线[J]. 传记文学, 2025(1): 58-82.
- [7]李贞子, 车伍, 赵杨. 我国古代城镇道路大排水系统分析及对现代的启示[J]. 中国给水排水, 2015, 31(10): 1-7.
- [8]佚名. 漫谈中国古代城市排水系统[J]. 国学, 2013(9): 11-13.
- [9]陶克菲, 赵惠芬, 汪彬彬. 我国古代排水、排污设施的变化及发展[J]. 中国环境管理, 2014, 6(2): 32-35.
- [10]朱才辉, 马帅, 李宁. 钟鼓楼基座渗漏规律及改性土防渗效果试验研究[J]. 建筑结构学报, 2020: 1-12.

作者简介:

游昶元(2000--), 男, 汉族, 河南省信阳市人, 硕士研究生, 研究方向: 市政工程。