

气候变化背景下长乐古代生态治水智慧探析及当代启示

张虹^{1, 2}

(1. 福建工程学院 建筑与城乡规划学院, 福建 福州 350018; 2. 澳门城市大学 创新设计学院, 澳门 999078)

摘要: 气候变化已深刻影响我国沿海城市。本研究以福建沿海城市长乐为研究对象, 梳理长乐防洪体系发展历程, 从“防、导、蓄、高、迁、坚”六方面分析长乐古代宏观全域水环境治理、中观城市选址、微观城市内部防洪体系三个层次的治水机制, 并总结其四大生态治水智慧: 南蓄北疏, 分区治水; 导蓄一体, 防导结合; 因地制宜, 居高而处; 严立法则, 全民参与。尝试将传统生态治水智慧融入城市发展五大驱动力, 构建长乐地区具备自适应力的城市防洪系统框架, 为当前滨海城市应对气候变化提供新思路。

关键词: 沿海城市; 防洪体系; 生态智慧; 自适应力

中图分类号: TU984.2

文献标识码: A

文章编号: 2095-8382(2022)05-023-07

A Study of Ancient Eco-Wisdom of Water Governance in Changle and its Contemporary Enlightenment in the Context of Climate Change

ZHANG Hong^{1, 2}

(1. College of Architecture and Urban Planning, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China;

2. Faculty of Innovation and Design, City University of Macau, Macau 999078, China)

Abstract: In view of the profound impact of climate change on Chinese coastal cities, this study takes Changle, a coastal city in Fujian Province, as the research object, reviews the development of its flood control system, and analyzes its water management mechanism from six aspects of prevention, diversion, storage, higher altitude, relocation and firmness, and from three levels, namely macro-level ancient water environment management, meso-level city location selection and micro-level urban flood control system. Four ecological water management principles are summarized: water zoning management as storage in the south and dredge in the north; combination of prevention, diversion and storage; construction in high places; strict legislation and universal participation. It attempts to integrate the traditional ecological water management wisdom into the five driving forces (government, technology, community, capital, nature) of urban development, to build an adaptive urban flood control system in Changle, and to provide new ideas for coastal cities facing climate change.

Keywords: coastal city; flood control system; eco-wisdom; self-adaptation

气候变化已成为全球最突出的环境问题之一, 由此引发海平面上升、风暴潮、海水倒灌、台风、极

端高温、暴雨等灾害。据中国历年海平面公报数据显示, 中国海平面 1980~2019 年间上升趋势明显,

收稿日期: 2021-05-19

基金项目: 福建省社会科学规划项目青年项目 (FJ2019C009)

作者简介: 张虹 (1986-), 女, 讲师, 硕士, 研究方向: 历史人居环境营建。

海岸侵蚀、海水入侵、土壤盐渍化等现象日益加剧,海岸带生态系统服务功能持续弱化,给沿海地区的基础设施建设和社会经济发展带来极大挑战^[1-2]。中国在数千年的人居环境营建过程中,几乎每个地区都形成了一套完整的城市水安全支撑系统,如成都平原的都江堰工程、江南水乡地区形成的陂塘系统、浙江沿海地区的海塘系统等,至今仍发挥强大的调蓄水、灌溉等功能,饱含生态治水智慧。当前我国城乡建设发展迅猛,一些传统的调蓄水设施被现代工程所替代,固有的雨洪体系面临消失、断裂等困境。因此,探究中国地方城市传统生态治水智慧能为构建具有自适应性的防洪体系提供历史经验,并在一定程度上丰富气候变化适应理论。

现阶段国内外学者就气候变化适应和气候变化减缓开展了大量研究。欧美国家长期处于气候变化认知的前沿,美国在 20 世纪 90 年代提出了低影响开发理论,依托景观建设对城市雨水实行生态化管理^[3]。英国提出了可持续排水系统,并在多个社区开展了实践,提升了雨水蓄存、屋顶绿化、渗透路面的技术^[4]。日本、澳大利亚、新加坡等国家也相应开展了水敏性城市设计、海绵城市、低碳城市等水适应规划实践。中国开展现代水治理研究起步晚于西方国家,在引入西方雨洪管理技术后,虽在一定程度上缓解了水环境问题,但其治水的理念并不完全适合国情,如近十余年我国海绵城市试点工程,在应对特大暴雨等极端天气时,约有 50% 的试点城市仍然发生严重的内涝^[5],因此,挖掘中国古代生态治水理念具有重要的现实意义。学者从水

利发展历程、水利工程类型、典型水利工程研究、防洪减灾、水土保持、农业灌溉等方面研究了中国古代水利建设,总结了中国古代水利规划的思想^[6-9];探讨不同地域的治水策略,并解读了不同水土环境与城乡聚落的空间关系,如王晞月^[10]从陂塘调蓄水、军事防御、漕运、城市景观等方面解读中国古代生态治水智慧,并将城与陂塘关系归纳为“绕、嵌、邻、离”等形态;许继清等^[11]探讨了黄泛平原地区“环城湖”的城市防洪减灾策略;郭巍等^[12]探讨了萧绍圩田地区城乡聚落与山、塘堰、溇港等的空间关系,探讨了圩田景观的层级性、整体性、衍生性等问题;针对沿海地区传统生态智慧,多探讨海塘工程建设与聚落空间分布、土地利用、景观营建、军事方位等的关联^[13-14]。可见,中国古代治水方略具有多样性、地区性和广泛性等特征,且普遍体现了古人尊重自然、利用自然、低成本、低技术等生态理念,这与西方的防洪思想、雨洪管理体系有较大差异。在生态文明传承的今天,古代生态治水理念能在一定程度上激发、促进现代防洪体系的构建。

现阶段关于传统生态治水的研究多集中在著名水利工程、典型水系格局地区的研究上,对于广泛分布于国土上的一般县城研究较少。长乐地处福州市域东部,临海而建(图 1)。2017 年,长乐正式撤市设区,成为福州市东拓发展的重要门户。2021 年 7 月福建省政府发布了《福州都市圈发展规划》,意在促进福州省会城市的区域影响力,长乐区作为福州市对外空港窗口,将迎来空前的建设与发展,但也面临着气候变化所带来一系列影响。在快速城市化进程中,长乐区内部分内河、湖塘被填埋,区域水网格局割裂,在频发的极端暴雨天气下,长乐多次遭受严重内涝。2018 年,地方政府组织编制了《长乐区海绵城市专项规划》以解决城市建设水安全问题,但其防洪排涝的效应并未得到较好体现。因此,本次研究以福建长乐为例,探讨沿海一般县城的古代生态治水智慧,尝试为地区防洪体系构建提供新思路,以期丰富我国传统人居环境营建理论。

1 长乐古代防洪体系概况

1.1 长乐区概况

长乐地处闽江口南岸,城市三面环水,西、北



图 1 福州市长乐区区位图

临闽江,东临海,属低山丘陵地貌。境内被自北向南的低山分割成东部海滨冲积平原和西部河谷冲积平原。长乐原陆域面积小,今东部海滨平原在早期皆为海域,经过长期的泥沙淤积和人为筑塘修堤、围海造田,形成今日的长乐岸线,因此,境内整体地势南高北低、西高东低(图2)。同时,长乐境内水系多发源于山脉且纵横交错,形成了洞江水网、南洋水网和北洋水网,现今流域面积约485 km²。另有西湖、东湖、福湖、天塌湖等水体,面积约1~2 km²[15]。据民国版《长乐县志》灾祥记载,长乐自唐代立县便常遇洪灾、海潮、风灾、旱灾及饥荒等灾害(表1),其中旱灾最为频繁,由此引发粮食紧缺与饥荒[16]。因此,为应对旱灾、饥荒等灾害,长乐地区自古重视调蓄水设施建设,如湖、陂、塘等,以确保农业灌溉和居民生活用水,进而保障粮食生产。

表1 长乐唐朝至民国时期主要灾害一览表

朝代	旱灾	洪灾	暴雨	饥荒
唐	1	--	--	--
宋	9	2	3	5
元	--	--	--	3
明	12	6	6	--
清	7	6	5	--

1.2 长乐古代防洪体系的发展历程

本次研究梳理了长乐唐立县至清代防洪体系建设历程,将其分为三个阶段。第一阶段为起步阶段,主要指唐及以前,这一阶段的防洪建设重点在于“蓄”,修筑了严湖(今长乐潭头镇西湖)、滨间湖(今长乐文岭镇东湖)、桃坑湖等大型蓄水设施,以汇聚山泉水、地面溪流、雨水等,满足农业生产需求。第二阶段为繁荣发展阶段,主要指宋元时期,这一时期除了修筑了大塘、横屿湖等蓄水设施外,开始修建陈塘港、岭柄港、元祐港,开凿了黄坑山港道、护城河等重要输排水设施,配建陈塘斗门、潘定斗门、大产斗门等大型控水建筑,实现水资源的整体调配,港道除了具备输排水功能外,还能连接沿线大大小小的沟壑,扩大农田灌溉面积;沿海岸线修筑了大型堤坝、海塘以抵御海水入侵,这一时期的防洪体系建设基本奠定了长乐境内的防洪格局。第三阶段为补充完善阶段,主要指明清时期,这一阶段在沿用前朝修筑的水利设施基础上,酌情新筑小西湖、古县塘、山兜塘、莲塘斗门、湖圳斗门等小型设施,以完善整体防洪体系。

长乐先民在土壤咸卤、淡水资源匮乏的情况下,构建了拒咸蓄淡、湖港互通、调节有效的具有地方适应性的城市给水、排水、防洪综合体系,实现水资源整体调配。现今长乐境内保留的陈塘港、莲柄

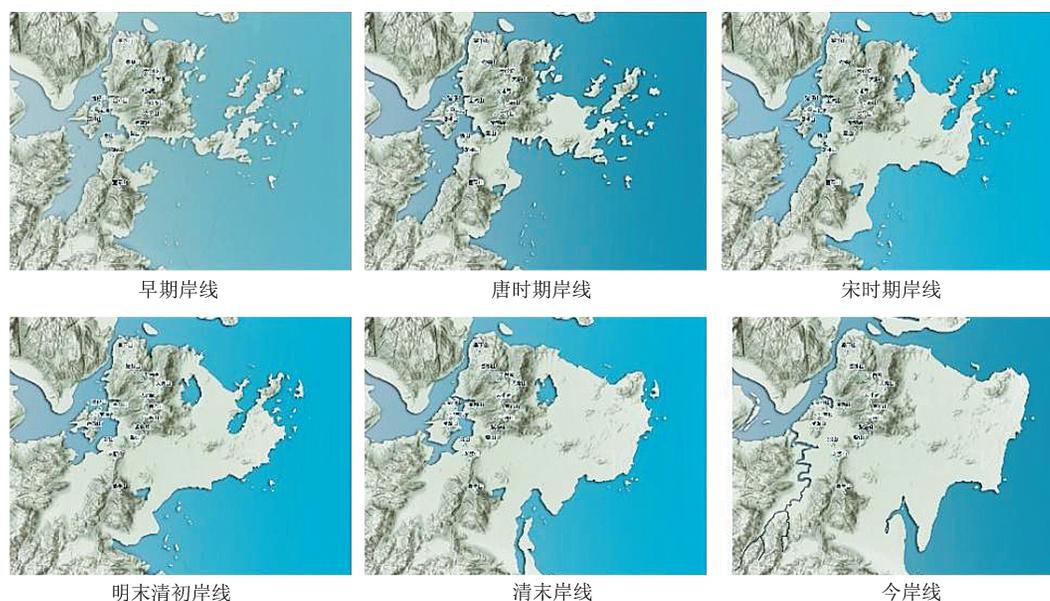


图2 长乐水陆变迁图

港、西湖、北湖等设施仍发挥防洪排涝、风景营建、农田灌溉等功能。因此,挖掘本土生态治水智慧,对构筑沿海丘陵地区雨洪管制体系具有重要的理论价值,对长乐滨海新城建设和海绵城市建设具有现实意义。

2 长乐地区古代治水机制解析

吴庆州先生将我国古代城市防洪治水经验总结为“防、导、蓄、高、坚、迁”的六字方针^[1],本次研究结合六字方针,从宏观全域水环境治理、中观城市选址、微观城市内部空间三个层次分析长乐地区治水机制、行政管理方法及公众参与制度等内容,提炼其中的生态治水智慧。

2.1 全域水环境治理机制解析

长乐地区全域水环境治理方法主要运用了“防、导、蓄、坚、迁”,以实现趋利避害。“防”主要通过修筑海堤、河堤、海塘等方式阻挡洪水,使洪水不致侵入居民点。历史文献所记载的长乐防御性水工建筑主要有海堤、海塘、堰、埭、坝,清末留有海堤5处、海塘12处、堰14处、埭3处、坝3处,其中海塘兼具抵御海水、内聚淡水、灌溉农田等多重作用,是长乐地区赖以生存的首要防御工程。为提高海塘的使用寿命,古人在海塘淡水储蓄周边广植树木、巩固水土,在营造绿色生态景观的同时,发挥防风固沙、保持水土的作用,形成了“筑海塘—保农耕—兴交通—人兴旺—景优美”的可持续发展路径。

“导”与“蓄”是两种紧密关联的治水方法。“导”指疏导江、河、沟、渠以降低水位;“蓄”指调蓄雨洪,干旱时以蓄为主,暴雨或久雨时以导为主。长乐先民利用长乐地势南高北低的特点,引入分区治水理念,即南部以湖面、陂塘、浦等为主体,储备淡水;北部多修港口、沟洫,与境内自然水系形成经纬纵横的水网形态,疏导水流。《长乐县志》所载:南部“以南陂为经,三溪等处其纬也”,北部“太常溪、元祐诸港为其纬也,统汇于王墓闸,以陈塘为经,水之归海也。”同时,线型的港口、沟洫、圳宛若“藤”与点状的湖、陂、塘、浦、坑等“瓜”串联,利用斗门等控水建筑调节蓄水设施,保证全域供水平衡,使南部地区晚禾可收,北部地区春涝不致淹苗,形成了长乐地区“经纬纵横”的水网形态和“长藤结瓜”式的有机蓄排水系统(图3)。

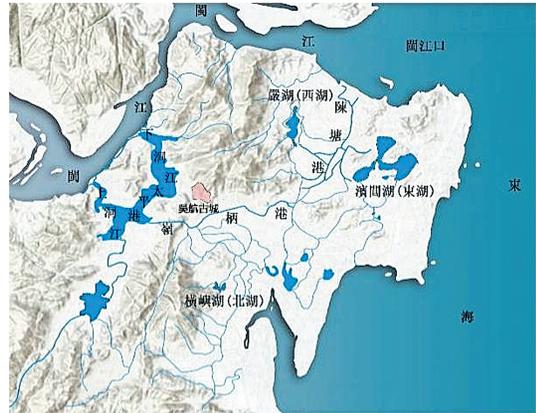


图3 经纬纵横,长藤结瓜式的防洪体系格局

“坚”指通过坚实的建筑物以抵御洪水。长乐区域性的挡水建筑包括两方面:一是阻挡海水入侵的海堤、海塘,二是沿湖、港等修筑的堤坝,其坚固要点包括建筑材料的选择和后期维护。据史料记载,长乐古县塘便以大石为基,覆以三合土构筑坚固的海塘;确立陈塘港每十年清淤一次的规则,同时严禁清出的淤泥堆积于港口两侧,以避免雨水将其再次冲入港内,而应运往附近的农田,既可抬高农田高程,亦可提升农田肥力。

“迁”在区域层面主要指水系形态的改变,以提升行洪效率。长乐地方官员勘察土壤,购买或征用低产田、废弃土地等,以扩充湖面、拉直港口,增强水利设施的吐纳能力。

2.2 城市选址布局的治水机制解析

城市选址中的治水方略主要应用了“迁”“高”。“迁”主要指迁城以避水患;“高”指择地势较高处建城建楼,以减少洪水侵扰。在唐代初立县时,长乐建城于临海的敦素里(今古槐镇),该地地势低洼,居民多患有湿疹,后防御史董玠于唐肃宗元年(760年)将县治移至今吴航古城。从当下长乐地形图可知,旧县治所处的东部滨海平原高程在2 m左右,吴航古城所在的西部临江平原高程在3~5 m之间,地势相对高爽,且东面有低矮的山丘庇护,可阻挡东南面而来的海风,使新城址避免潮湿,亦可缓受海潮、海风侵扰(图4)。

2.3 城市空间的治水机制解析

城市防洪体系为区域水环境治理的子系统,与区域防洪体系具有嵌套、共生的关系,且其治水机制覆盖了“防、导、蓄、高、坚”多个方面的内容。



图4 唐代长乐县治迁址图

“防”和“坚”指城市建造了坚实城墙以御洪水,同时应用耐浸泡的建筑材料,使城墙能经受长时间浸泡而不致坍塌。“高”主要指城中主要的公共建筑,如县衙、文庙、城隍庙、祠堂等,都布局在城市中、北部地势较高处。“导”和“蓄”主要体现在对自然水系和地势的利用。长乐背靠六平山,故整体地势北高南低,资圣溪、观音溪自北向南流经城区,筑城时分别于南北两面城墙各修筑水门两座以控水。南城门外,利用低洼地势,修筑了文洽浦接资圣、观音二溪之水,作为城中最大的蓄水设施。城南外修筑护城河,汇城东诸溪水并连接资圣、观音两溪,最终共同流入城西的马江,形成“溪-浦-水门-护城河-马江”的排蓄系统。与区域排蓄体系相比,城内的排蓄体系未设置大型控水设施,而充分利用自然地势高差,使重力做功,通过微调整地形,形成系统的行洪通道,配合分散布置的浦、塘等蓄水节点,实现城内旱涝灾害的应对,极具生态价值。同时,城池内外依托水系建有太平桥、下檐桥、阜民桥等桥梁13余座,多向的交通联系也是城市防洪体系的重要组成部分,可确保水位上升时物资、人流互通。城市内外水系互通,也使得舟船便捷出入城内,城中的太平桥成为郑和下西洋时重要的驻留处,带动了地方商业的繁荣发展(图5)。

另外,城市是人文华育的重要空间。旧时长乐“人文凋敝,则风气滞壅,襟抱亏疏也”^[20],为振兴长乐文风,明知县夏允彝修筑暗沟,引文洽浦水入文庙的泮池之内,互通潮汐,“通雍泮,焕为文明”,营造了“浦水潏洄与山光相辉映,环绕圣宫左

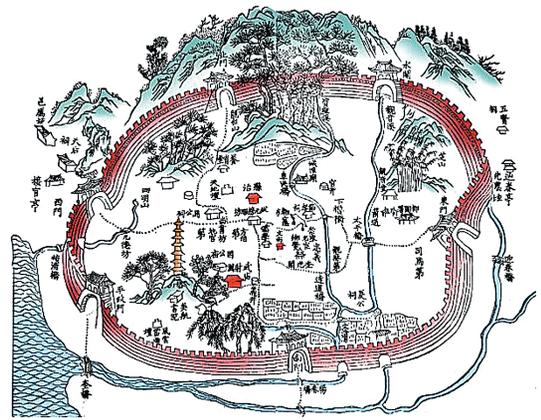


图5 长乐县城蓄排水系统

右,芹藻借以增芳”的城市文化景观。泮池、暗沟的价值不仅在于创造景观,更在于收集小范围雨水,是早期海绵城市理念的体现。

2.4 行政管理与公众参与

长乐境内可耕作土地面积少,常出现沿港道筑房、捕鱼、种田、填湖种地等现象。为维持全域水环境安全,历代官员皆设立水则,刻碑立于水域边界,并成立水利公局,选举总董事、副董事、财务董事20人管理水利事务,为避免管理人员内部包庇等行为,实行每四年轮岗制。另外聘请人员定期巡视湖案、港堤等地,请专员日夜看管斗门闸,严禁私自开闸门泄水等行为,建立了一套自上而下的管理制度。

在古代农耕时期,湖塘港道的定期清淤或维修,都需要全民参与才能拥有足够的劳动力,因此多以水利设施的服务范围作为劳动力分配机制,也保证片区管辖与水利治理的一致性,最终通过全民参与水利设施的维护,提高居民的防灾意识。另外,长乐区内不乏舍己为民的乡绅,舍田为湖、舍田作港,如严湖,为南朝陈太建年间十三都人严光舍田为之;滨间湖,唐大历五年后里人仓曹林鹗舍田为湖;桃坑湖,相传五代时十都人房洗,舍田为之;横屿湖,宋林高二公舍田为湖,体现了长乐地区人民舍己利民的奉献精神。因此,充分的集体参与、社会资本力的投入都是促进地区基础设施建设的重要力量,更是古代生态治水智慧的重要组成部分。

2.5 长乐地区生态治水智慧凝练

长乐地区的古代治水囊括了国土流域整治、城

市规划、建筑设计、工程技术、行政管理、公众参与等多方面的内容,既包含了以技术为主的防御性构筑物,也包括具有自适应力的生态雨洪系统规划,饱含生态智慧。本次研究将长乐地区的生态治水智慧提炼为四点:

(1)南蓄北疏,分区治水。该生态智慧强调规划者对全域地形地貌、水文环境进行详细调查,通过梳理区域水文特征,做好分区规划,以最少的人工干预建立全域防洪体系总框架。

(2)导蓄一体,防导结合。自古人类便深刻体会以防为主的防灾工程不能彻底应对自然灾害,长乐先民在分区治水的总方针基础上,利用低洼地、自然山体修筑湖、塘等蓄水设施,补充区域水网密度,串联大小湖塘,均衡导蓄系统的服务范围,创造了导蓄一体为主、防导结合的生态防洪体系,是协调自然、适应自然的生态治水思想。

(3)因地制宜,居高而处。长乐经历了由东向西迁址的过程,是适应自然环境的营城态度。新城址选择地势较高的吴航地区,同时城内的水利营建利用天然地势高差,确保行洪通道安全有效,体现了遵循自然、解锁自然的生态治水思想。

(4)严立法则,全民参与。长乐先民通过制定法规以约束居民,制定章程以规定防洪设施的疏浚、维修等人力、物力、财力的分配,重视自上而下的管理体系构建。同时,古代全民参与式的雨洪分散管理制度,也是生态治水智慧社会化、普遍化的重要保障,使得居民在长期参与过程中积累经验、传承技艺,这些都是现代社会所难实现的^[5]。

3 长乐地区生态治水智慧的当代启示

我国现行的防洪体系规划多基于西方的雨洪管理知识,对于中国绵延千年的传统生态智慧并未给予足够的重视。本次研究以中国普遍存在的一般县城为研究对象,期望引发相关思考。古代长乐地区在应对气候变化所带来的海平面上升、风暴潮、海岸侵蚀等问题时,产生了分区治理、防导蓄结合、官民共谋等传统生态智慧,对当前长乐乃至其他城市构建具备自适应力的防灾体系都具有启示意义:

(1)尊重、顺应自然,重拾朴素治水理念。古代的工程技术水平远低于当下,尊重自然、顺应自

然成为古人治水的必然选择,长乐地区从区域水文梳理到城市选址到城市景观营建,无不体现了古人对当地地形地貌、水文、气候等的全面解读,才能以最小的投入建设家园,使家园免遭灾害,进而形成了具有地方特色的人居环境。尊重自然、顺应自然也是我国诸多城乡聚落屹立不倒、传承千年的重要原因。中国传统生态智慧与习总书记提出的山水林田湖草沙冰生命共同体规划思想不谋而合,即了解、尊重、顺应自然资源,摸清当前水环境所存在的问题,才能构建有效的治水体系。传统生态治水理念更是中国古代文明的重要组成部分,凝聚了具有东方特色的区域规划、城市规划、生态规划思想,梳理历史水网格局,传承传统治水方略,是构建古今共生、共融且具有地方适应性的城市防洪体系的关键。

(2)构建多层次防洪体系,实现上下联动。古代长乐地区的防洪体系构建县域、县城、城内三个层级的防洪系统,县域层面通过分区治理、导蓄结合等方式构建全域水网格局,从而协调用水季节性差异的问题,为全域民生问题做好保障;县城层面则通过高地营城、低处流水的方式,通过竖向设计将城市雨洪疏导至城周;城内则依托互通水系营造了丰富多样的景观,构建了“宏观-中观-微观”上下联动、高效低碳的防洪体系,体现了高超的综合协调规划思想。因此,将历史时期分区、分级治水的生态智慧融入当代城市防洪体系,更有利于提升长乐地区应对极端天气的能力,促进全域生态安全的建设。

(3)多主体、多学科协作,推动防洪体系的多元共建。当下城市防洪体系建设多被视作相关专业领域的工作或政府职责,公众对突发灾害、气候变化的认识相对不足。而古代城市防洪工程修建、保护与周边居民息息相关,地方官员与居民建立了多元协作的关系,每家每户都要参与水利营建的全过程,诸多工程技术掌握在基层居民手中,这些都是当前社会所未及的。因此,政府部门更应加强社区防灾避灾的宣传工作,普及极端天气灾害知识,提升公众防灾减灾意识和社会灾害风险管理能力,充分发挥政府力,融合自然力、技术力、社会力和资本力等城市发展驱动力,形成极具历史智慧的防洪体系(图6)。

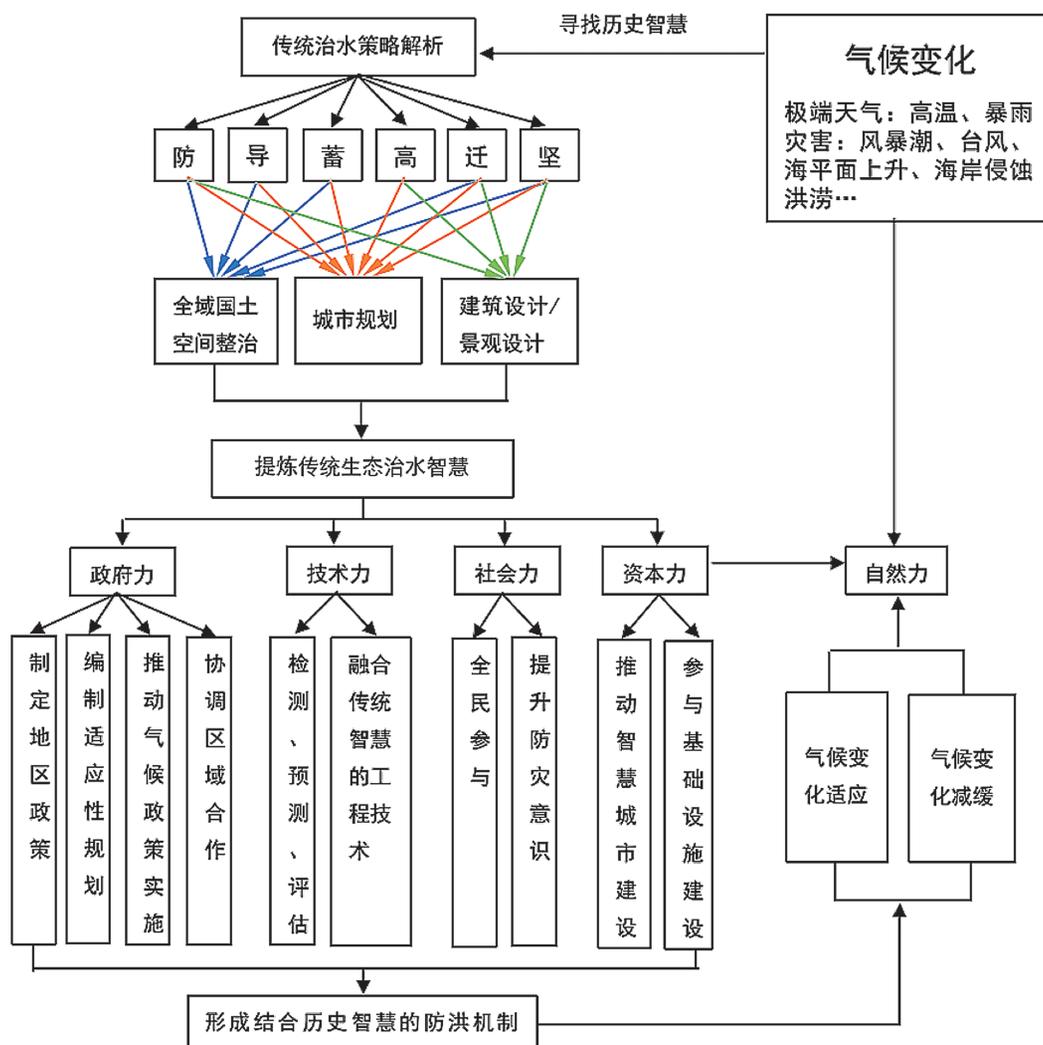


图 6 融合传统生态治水智慧的城市防洪体系构建

4 结论

长乐古代先民融合自然力、政府力、社会力、技术力、资本力多元共建,形成了具有地方自适应的防洪体系,为当前城市建设应对气候变化提供了重要的借鉴意义。本次研究首先从“防、导、蓄、高、迁、坚”六大方面解读长乐地区在全域水环境治理、城市选址、城市空间营造等方面的治水方略;其次综合宏观、中观、微观三个层次的治水方略,将长乐古代生态治水智慧总结为“南蓄北疏,分区治水”“导蓄一体,防导结合”“因地制宜,居高而处”“严立法则,全民参与”四个方面;最后,结合自然力、政府力、技术力、社会力、资本力五大城市发展驱动力,尝试构建融合生态治水智慧的

城市防洪体系框架。

在气候变化背景下,单靠资金投入建设基础管网已不能完全应对多样化的气候灾害,如何建设具有灾后影响低、恢复力强的适应性防灾工程,将是未来城市建设发展的重点。本次研究以古代长乐地区为例,提炼了其生态治水方略,为福建省古代水环境治理研究做出补充,为长乐地区构建韧性、安全的生存环境提供思路,也为后续一般县城古代生态治水智慧的研究提供个案参考。

参考文献:

- [1] 吴绍洪,赵东升.中国气候变化影响、风险与适应研究新进展[J].中国人口·资源与环境,2020,30(6):1-9.

(下转第 58 页)

- 2008.
- [16] 余宇晨,陈彩虹,贺丹,等.基于MCR模型和Kriging的海口市景观格局优化分析[J].西北林学院学报,2016,31(3):233-238.
- [17] 华昇,谢更新,石林,等.基于GIS的市域景观格局定量分析与优化[J].生态环境,2008,17(4):1554-1559.
- [18] 王耀斌,赵永华,韩磊,等.西安市景观格局与城市热岛效应的耦合关系[J].应用生态学报,2017,28(8):2621-2628.
- [19] 郭继强,潘洁.南京市热岛效应与景观格局的动态研究[J].林业资源管理,2019(3):139-146.
- [20] 郑博福,黄琼瑶,陶林,等.赣南地区景观格局变化及其对生态系统服务价值的影响[J].生态学报,2021,41(15):5940-5949.
- [21] 邹月,周忠学.西安市景观格局演变对生态系统服务价值的影响[J].应用生态学报,2017,28(8):2629-2639.
- [22] 贾艳艳,唐晓岚,唐芳林,等.1995—2015年长江中下游流域景观格局时空演变[J].南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(3):185-194.
- [23] 郑淋峰,李占斌,李鹏,等.丹江土石山区景观格局模拟与社会经济响应关系[J].水土保持研究,2019,26(1):338-343.
- [24] 程飞.基于分区的土地利用变化和社会经济发展的耦合协调研究:以江西省临川区为例[D].抚州:东华理工大学,2018.
- [25] 王富喜,孙海燕,孙峰华.山东省城乡发展协调性空间差异分析[J].地理科学,2009,29(3):323-328.
- [26] 廖信慧,彭贤伟,肖钊富.土地利用变化与社会经济发展耦合协调关系研究:以遵义市为例[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2020,38(5):73-79.
- [27] 任祁荣,于恩逸.甘肃省生态环境与社会经济系统协调发展的耦合分析[J].生态学报,2021,41(8):2944-2953.
- [28] 王明全,王金达,刘景双,等.吉林省西部生态支撑能力与社会经济发展的动态耦合[J].应用生态学报,2009,20(1):170-176.
- [29] 马亚亚,刘国彬,张超,等.陕北安塞县生态与经济系统耦合协调发展[J].生态学报,2019,39(18):6840-6849.
- [30] 毕国华,杨庆媛,刘苏.中国省域生态文明建设与城市化的耦合协调发展[J].经济地理,2017,37(1):50-58.

(上接第 29 页)

- [2] 刘苏潇,孙兰东,吴蔚,等.城市适应气候变化行动方案:国内外应对气象灾害的典型案列[J].气象科技进展,2020,10(6):118-124.
- [3] Darnthamrongkul W, Mozingo L. Toward sustainable stormwater management: understanding public appreciation and recognition of urban Low Impact Development (LID) in the San Francisco Bay Area[J]. Journal of Environmental Management, 2021, 300.
- [4] Casares, P S, Benton, L, Bull, J, et al. Sustainable drainage retrofit case study: Counters Creek Flood Alleviation Scheme, UK[J]. Journal of Environmental Engineering and Science, 2021, 16(4):166-173.
- [5] 赵宏宇,陈勇越,解文龙,等.于家古村生态治水智慧的探究及其当代启示[J].现代城市研究,2018,33(2):40-44,52.
- [6] 郑连第.古代城市水利[M].北京:水利电力出版社,1985.
- [7] 贺业钜.中国古代城市规划史[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [8] 张芳.中国古代灌溉工程技术史[M].太原:山西教育出版社,2009.
- [9] 郭涛.中国古代水利科学技术史[M].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [10] 王晞月.中国古代陂塘系统及其与城市的关系研究[D].北京:北京林业大学,2019.
- [11] 许继清,韦峰,胡泊.黄泛平原古城“环城湖”与城市防洪减灾[J].人民黄河,2011,33(9):3-4,6.
- [12] 郭巍,侯晓蕾.筑塘、围垦和定居:萧绍圩区圩田景观分析[J].中国园林,2016,32(7):41-48.
- [13] 郭巍,侯晓蕾.杭州湾传统海塘景观探究[J].风景园林,2018,25(12):70-74.
- [14] 苏猛,张玉坤,谭立峰.明清江浙地区“海塘-墩堡”海岸防御体系时空分布与体系研究[J].中国文化遗产,2019(2):19-26.
- [15] 福州市长乐区地方志编纂委员会办公室.长乐年鉴-2017[M].福州:福建省地图出版社,2017.
- [16] (民国)孟昭涵,李驹.长乐县志[M].福州:福建人民出版社,1994.
- [17] 吴庆洲.中国古代城市防洪研究[M].北京:中国建筑工业出版社,1995.