

Research on Independent Fire Water Supply System under the Concept of “Sponge City” in Historical and Cultural Blocks

Lisheng Zhou¹ Haijun Zhou² Jun Zhang² Weiping Lan^{1*} Jin Zhang¹

1. Tongji Zhejiang College, Jiaxing, Zhejiang, 314012, China

2. Jiaxing Construction Industry Management Service, Jiaxing, Zhejiang, 314050, China

Abstract

The revitalization of historical and cultural blocks poses significant fire hazards and high risks of waterlogging, while the current conventional fire protection techniques and “sponge city” technologies have various shortcomings. The independent fire water supply system based on the concept of “sponge city” can effectively solve these problems. Its basic idea is to use outdoor fire hydrants as indoor fire hydrants, fire hydrants, automatic sprinkler systems, water spray systems and other water fire extinguishing systems to share a set of water supply pipe network. Inverted trapezoidal floor tiles are used to improve ground rainwater drainage, increase rainwater infiltration and filter at the same time, increase the amount of rainwater collected and improve water quality; The underground rainwater reservoir also serves as a fire water tank, and the fire pump room is located above the reservoir, forming an independent fire water supply network to supply water to various fire extinguishing systems.

Keywords

Historic district; Activate; Sponge city; Individual; Fire water supply

历史文化街区“海绵城市”理念下独立式消防供水系统研究

周立晟¹ 周海均² 张俊² 蓝为平^{1*} 章瑾¹

1. 同济大学浙江学院, 中国·浙江 嘉兴 314012

2. 嘉兴市建筑业管理服务中心, 中国·浙江 嘉兴 314050

摘 要

“活化”历史文化街区存在火灾隐患大、内涝风险高的问题,而目前采用的常规消防技术和“海绵城市”技术存在各种不足之处。基于“海绵城市”理念的独立式消防供水系统,可有效解决这些问题,其基本思路是以室外消火栓兼作室内消火栓,消火栓、自动喷水灭火、水喷雾等水灭火系统合用一套供水管网,采用倒梯形地砖铺装改善地面雨水排放,增加雨水下渗并同时进行过滤,提高雨水收集数量并改善水质;地下雨水蓄水池兼作消防水池,消防泵房设于蓄水池上方,形成独立的消防供水网络为各水灭火系统供水。

关键词

历史文化街区; 活化; 海绵城市; 独立式; 消防供水

1 引言

历史文化街区通常是指经省、自治区、直辖市人民政府核定公布的保存文物特别丰富、历史建筑集中成片、能够较完整和真实地体现传统格局和历史风貌,并有一定规模的城

市区域^[1];它承载着城市的历史记忆,是城市重要物质和文化遗存,是城市历史文化的活化石。目前,对历史文化街区进行“活化”改造成为保护和开发街区的一种主流方式,即将街区内全部或部分原居住建筑改造为商店、旅馆、酒吧、餐饮等,实现居住、旅游、休闲、娱乐等混合功能,这类街区可称之为“经过活化的历史文化街区”(以下简称“活化街区”)。“活化街区”既可产生经济效益,又实现了历史文化遗产,还有助于增强民族凝聚力,强化民族文化认同感^[2]。

“海绵城市”理念已在我国城市建设过程中推广应用十余年,其基本思路是以雨水“自然积存、自然渗透、自然净化”为原则,通过绿色基础设施、生态景观、雨水利用和调蓄设施等手段,降低城市内涝风险,提升水资源循环利用

【基金项目】2024 年浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)(项目编号:2024R441A002)。

【作者简介】周立晟(2000-),男,中国广东深圳人,在读本科生,从事建筑消防给水工程研究。

【通讯作者】蓝为平(1978-),男,畲族,中国浙江衢州人,硕士,副教授,从事建筑消防工程领域研究。

率,改善城市生态环境质量^[3]。

但与普通建筑和小区,乃至与“活化”改造前的初始历史文化街区相比,“活化街区”产生了新的火灾隐患,加重火灾扑救难度,其“海绵城市”建设也遇到较多技术难题,不适用常规海绵技术;并且“活化”改造过程中,往往忽视统筹协调“海绵城市”与消防工程建设,未能充分发挥雨水对消防安全的作用。因此,本文基于“海绵城市”理念,提出一种结合雨水回用的新型独立式消防供水技术,以提高“活化街区”消防安全水平,促进“海绵城市”顺利开展。

2 “活化街区”采用的常规海绵技术和消防技术存在不足

2.1 “活化街区”采用的常规海绵技术及其不足

由于历史原因,我国多数历史文化街区房屋屋面为瓦片,没有雨水落水管,屋面雨水随着瓦片自由散排到地面,形成一道道水帘;室外排水一般采用合流制,即污水、雨水合用一条埋地排水管(沟),且管(沟)的尺寸偏小,往往存在破损、淤积等问题;地面主要为青砖、水泥等硬化铺装,缺少绿地和植被,雨水下渗困难,下雨就会形成地面积水,大雨时则往往产生内涝;雨水直接排放至河流或市政管道,没有收集利用以节约自来水资源。而“活化街区”的房屋室内普遍为商业,若发生内涝将产生较大财产损失,室外地面积水也会影响游人通行和心情;街区一般增设花坛、草地、植物、水景,需经常浇灌、养护,地面也需经常清洗,需较多用水量。可见,“活化街区”的“海绵城市”建设标准比普通建筑与小区,以及比初始的历史文化街区都提高很多,迫切需要采取相关措施提高其雨水控制水平。

2014年,住房城乡建设部发布了《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建(试行)》(以下简称《技术指南》),提出“海绵城市”应实施低影响开发理念,实现雨水就地下渗,控制和减少地面径流,并尽量收集、回用雨水;其建议建筑与小区采用的常规海绵技术,包括绿化屋面、透水铺装(如透水路面、植草砖停车位)、生物滞留设施(如下凹绿地、雨水花园、植草沟)、线性排水沟,以及在传统埋地雨水管网末端设置蓄水池收集利用雨水等。在各地“活化街区”建设过程中,也应用了这些常规海绵技术,如提出针对一年一遇降雨采用绿色屋顶、透水铺装、雨水花园、湿地、植草沟,针对十年一遇降雨采用雨水管渠、调蓄池、泵站、雨水湿地和多功能调蓄设施,针对超过十年一遇降雨采用自然及人工水体、水生态敏感区与洪泛区、大型多功能调蓄设施、行泄通道等^[1];在屋檐正下方设置盲沟、植草沟等设施将雨水汇集导入渗水或蓄水区域,把水泥地面、花格砖等渗水性能较差的材料更换为透水铺装,采用雨水罐积蓄屋面雨水并用于清洁用水和绿化用水^[12];以植物、地表洼地、人工改良土壤、本地土壤过滤雨水并渗入地下,形成“口袋公园”^[13];对建筑进行绿色屋顶、垂直绿化改造,对

路面进行渗透铺装与生物滞留带改造,对原有绿地结合雨水回用进行景观提升改造,完善截流减排生态环境功能^[14]等。

可以看到,这些常规海绵技术主要集中在屋面蓄积雨水、地面雨水下渗、地下雨水储存等方面,基本可实现“活化街区”的“海绵城市”目标。但这些做法仍存在一些不足,如房屋屋面通常为瓦片,难以改造为植草且能蓄水的绿化屋面;房屋密集,室外空地面积较少,适合改造为下凹绿地、雨水花园、湿地等海绵设施的区域更少,所控制的雨水量有限;很多道路、空地表面为具有百年历史的青砖、条石,不能改为透水铺装,雨水无法下渗;植草砖停车位、透水砖等透水铺装,雨水下渗速度较慢,遇到大雨仍会迅速形成地面径流,且长期运行后土壤变得密实,雨水下渗效果会迅速降低;地下合流制的排水管(沟),无法作为收集雨水的通道,地面收集檐沟雨水的储水罐则容积偏小、数量有限,即大部分雨水无法收集利用。

2.2 “活化街区”采用的常规消防技术及其不足

由于历史原因,我国多数历史文化街区的房屋以砖木结构或木结构为主,根据《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB 50016-2014)(以下简称《建规》),其耐火等级属于三~四级,耐火能力较差;房屋布置密集,彼此相连或间距很小,基本无法满足《建规》要求的防火间距,火灾时容易出现“火烧连营”现象;区域内道路狭窄,转弯多且半径小,普通消防车难以通行或靠近着火建筑。而“活化街区”的房屋由初始的居住功能变成综合功能,火灾荷载大大增加,据研究可达到 $500\text{kg}/\text{m}^2$ ^[4],发生火灾的概率大增;街区内居民、商业店家、游客人数极大增加,火灾时众多人员疏散势必影响消防车进入灭火。可见,“活化街区”的火灾隐患比普通建筑与小区,以及比初始的历史文化街区都增大很多,迫切需要采取相关措施提高其消防安全水平。

目前,“活化街区”在改造过程中,一般会根据《建规》、GB 50974-2014《消防给水及消火栓系统技术规范》(以下简称《消水规》)、GB 50084-2017《自动喷水灭火系统设计规范》(以下简称《喷规》)等规范,设置室内外消火栓系统、自动喷水灭火系统、火灾自动报警系统、灭火器、应急照明、疏散指示标志灯、消防广播等消防设施。工程界、学术界也进行了较多研究和实践,如提出合理确定街区总体消防安全布局,优化配置公共消防措施和消防装备,加强消防安全管理,推进智慧消防建设等消防改造思路^[5];把街区划分为若干消防分区并按分区确定防火间距,把部分墙体、楼板改为混凝土结构以提高耐火等级^[6];拆除部分建筑拓宽消防车道和设置地上或地下消防水泵房、消防水池^[7];设置室外小型消防站,站内配备小型消防车、消防器材,采用智慧消防技术加强管理^[8];室内消火栓、喷淋等系统合用一套消防泵、消防水池和消防管网^[9];把街区视为大型商业综合体,各房屋视为功能房间来考虑室内消火栓系统,把街区划分成若干设计单元并以此设置喷淋系统的水流指示器^[10]等。

可以看到,这些常规消防措施主要集中在提高房屋耐火等级、开辟消防车道、设置主动灭火设施、加强消防安全管理等方面,基本保证了“活化街区”的消防安全。但这些做法仍存在一些不足,如房屋构件改为混凝土材料将减少历史韵味,拆除房屋则将减少历史建筑;街区道路狭窄,地下普遍密布给排水、电力、通信等管线,往往难以敷设多种消防给水系统管道;房屋屋面基本以瓦片、橡木为主,难以设置为室内消火栓、喷淋系统供水的高位消防水箱;室内消火栓箱体尺寸大,箱体和供水管道影响房屋美观,有些街区采用埋地消火栓则破坏原始地砖效果;室外消火栓由市政给水管供水,供水压力低,一般仅能供消防车取水,而消防车却难以通行,削弱了室外消火栓的作用;部分街区远离城市主城区,市政给水管难以保证消防系统的流量、水压,或无法满足《消水规》要求的两路市政水源条件等。

3 “活化街区”基于创新海绵技术的独立式消防供水系统

3.1 “活化街区”收集利用路面雨水的创新海绵技术

《技术指南》指出“海绵城市”主要有四个工程目标,即控制雨水径流总量,削减径流峰值,减少径流污染,提高雨水资源化利用率;其基本工程思路就是要求地块内雨水不能立即排入市政雨水管或河流,以免超过市政雨水管排水能力或河流水位暴涨而导致内涝,并要求尽量收集利用足够多的雨水量,以节约自来水资源。

如前所述,目前“活化街区”采用的常规消防技术存在很多不足,因此,可采用以收集利用路面雨水为核心任务的创新海绵技术。该新技术的基本要点是:

①对“活化街区”的道路、空地等地的地面铺装进行改造,采用侧面为倒梯形的新地砖,或将需保留的原始旧青石、旧条砖加工成侧面为倒梯形,使地砖下方形成横向、纵向无数条三角形排水小沟,地面雨水将迅速流入小沟,保证地面干燥、不积水。

②地砖下方的混凝土基层等间距预留缝隙,以便雨水下渗进入下方的粗砂层、碎石层;在碎石层内铺设导流盲管,收集碎石层内的雨水。

③道路边缘或场地适当位置设置排水沟,接纳三角形小沟和导流盲管的雨水,排水沟的雨水最终汇入地下蓄水池;蓄水池采用玻璃钢罐,设于室外空地和绿地下方。

④蓄水池内的雨水作为消防水源和回用水源,在使用前需进行过滤、消毒,回用用途包括浇洒地面、浇灌绿化、水景补水、冲刷、洗车等。

新技术的新型地面铺装及道路竖向构造见图1;单块地砖大小可根据工程需求调节,原始青石、条砖可仅对侧面进行切割、调整。

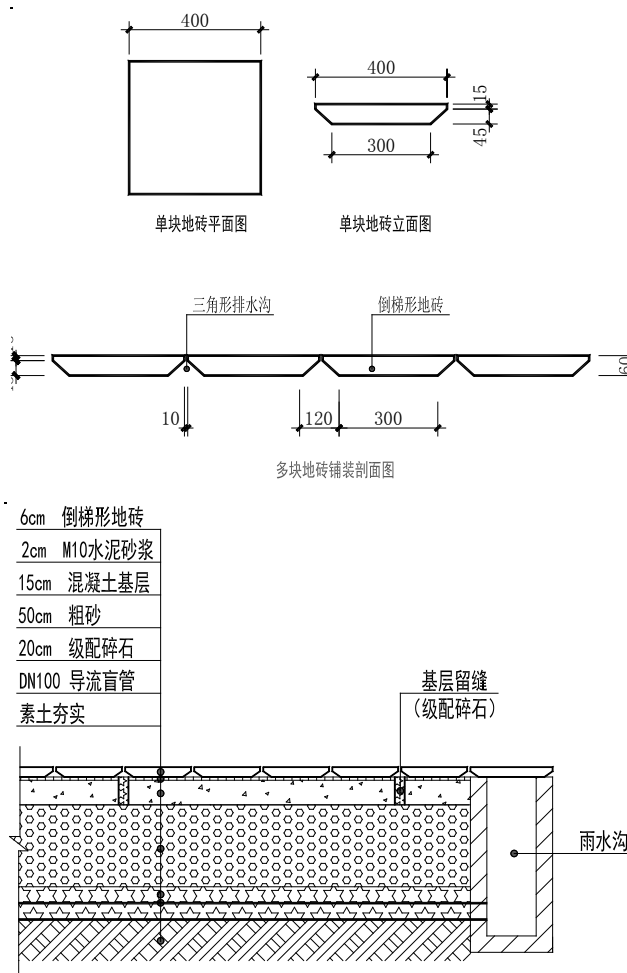


图1 新型地面铺装及道路竖向构造图

新技术通过地砖缝隙截留地面树叶、烟头、杂草等较大杂物,粗砂层截留雨水中细小杂质,减少地面雨水径流污染;通过雨水下渗和蓄水池蓄存,减少直接排入市政雨水管或河流的雨水总量,削减了径流峰值;蓄水池的雨水包括消防用水和回用水,增加了雨水量,即提高了雨水资源化利用率;粗砂层滞留、过滤的雨水,水质较好,可减轻蓄水池雨水处理的难度和负荷,减少运行成本。因此,新技术可较好地实现《技术指南》提出的“海绵城市”工程目标。

2015年,国务院办公厅发布了《关于推进海绵城市建设的指导意见》,提出了雨水控制目标,即到2030年城市建成区80%以上的面积、70%的降雨就地消纳和利用;《技术指南》也确定了不同城市的雨水径流总量控制率等技术指标。新技术截留、下渗的雨水量很大,可以在完成上述文件要求的雨水控制目标、技术指标的前提下,减少下凹绿地、雨水花园等地面海绵设施规模,从而节约海绵工程造价,减少地面海绵设施对街区的功能改造和景观效果干扰。

3.2 “活化街区”基于雨水回用的独立式消防供水系统

“活化街区”一般混杂着居住、商店、办公、餐饮、旅游、娱乐等功能,火灾隐患危险性较大;房屋往往共用隔

墙、相连成片，而隔墙以砖砌、木板为主，达不到《建规》要求的防火隔断要求。因此，不应按单幢房屋的规模套用《建规》的防火要求（如按多数单幢房屋规模，无需设置室内消火栓），而应把相似功能、成片布置的房屋作为组团整体，再按规范采取相应消防手段。

如前所述，目前“活化街区”采用的常规消防技术存在很多不足，尤其是增加消防车道、提高建筑耐火等级等被动防火措施实现难度很大。因此，街区的消防理念应以设置主动灭火设施为主，尤其应大力推广以水为灭火介质的消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统等；但应对这些系统的供水方式、管道安装、设备布置进行改革创新，可采用基于雨水回用的新型独立式消防供水系统。该新系统的基本要点是：

①在“活化街区”设置室外消火栓系统。室外消火栓承担室内灭火（即替代室内消火栓）、室外灭火和为消防车补水等功能，火灾时可提供室内灭火所需要的流量和消防水枪充实水柱长度；室外消火栓一般设于每幢房屋的入口附近，最大间距满足《消水规》要求；按适当间距设置设备箱，每个设备箱内储存2支Φ19消防水枪，和2~3卷直径DN65、每卷长度25m的消防水带。

②根据组团房屋功能，按《建规》《喷规》《水喷雾灭火系统技术规范 GB50219-2014》《建筑灭火器配置设计规范 GB50140-2005》等规范，设置室内自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、灭火器等消防设施。

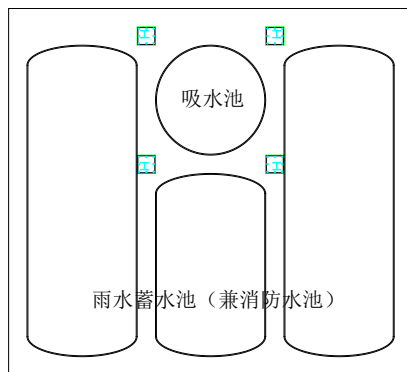
③室外消火栓系统、室内自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统等采用同一套供水管网、消防水池、消防水泵、稳压设施；采用临时高压供水方式，设置高位消防水箱作为稳压设施，若无合适的房屋屋面则采用气压罐和稳压泵作为稳压设施。

④前述埋地雨水蓄水池兼做消防水池，水池上方的地面设置消防泵房，泵房内设置消火栓系统、自动喷水灭火系统的消防水泵，稳压设施以及地面回用水泵；消防水泵根据《消防泵 GB6245-2006》，采用轴流深井泵，电机位于泵房内，吸水管垂直向下从蓄水池吸水。

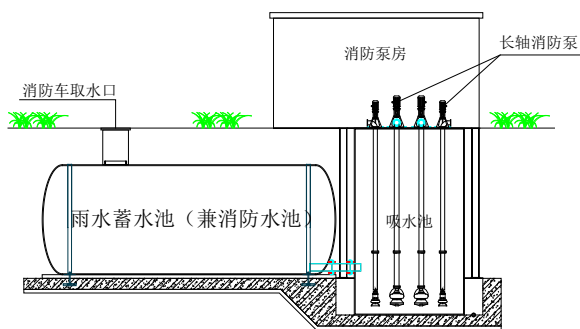
⑤蓄水池同时储存消防用水和地面回用水，回用时保证不动用消防用水量，但每次降雨可利用新鲜雨水循环、更新蓄水池，从而保证消防用水水质；蓄水池利用市政给水管补水，保证供水安全；若满足相关条件，蓄水池也可兼作消防车取水口。

⑥消防泵房采用轻钢材质，顶部盖板可开启、便于消防水泵吊装；泵房墙体刷防火涂料，满足二级耐火等级要求。

新系统的蓄水池及泵房平面布置与竖向构造见图2；单个罐体容积10~100m³，蓄水池总容积可根据消防用水量和地面回用水量，采用多个罐体、多种方式组合而成。



消防水池与消防泵房平面图



消防水池与消防泵房剖面图

图2 新型消防水池与消防泵房布置图

新系统拓展了室外消火栓的功能范畴，既可用于扑灭室外地面火灾、向房屋外墙喷水降温，又可直接用于房屋室内灭火，从而减少室内消防设施数量，尽量让房屋内部保留历史韵味，减少消防设施对室内功能的影响，也解决了消防车难以到达着火建筑的问题；消火栓、自动喷水灭火系统等采用同一套供水网络，简化了供水管道，既节约了工程投资，又减少了占用室外地下空间；地下雨水蓄水池兼做消防水池，消防泵房位于蓄水池上方，蓄水池由多个罐体组合而成，可适应不同形状的室外空地，投资省、结构紧凑、施工简单、占用空间少，避免拆毁历史建筑；利用雨水作为消防用水，节约了大量（数百吨）自来水资源，也提高了雨水资源化利用率，而且利用每场降雨更新消防用水、保证了水质。因此，新系统可较好地提高“活化街区”的消防安全水平。

4 结语

“活化”历史文化街区是一种较好的保护开发古建筑、古街区的建设方式，但街区的古建筑防火能力、街区整体防火布局效果先天不足，“活化”后又新增了大量火灾隐患，而常规的消防措施存在许多不足之处，急需改进、提升街区的消防安全保障水平；街区的已有排水规划理念、排水设施防内涝能力不能满足现代生活、生产、经济运行要求，在街区应用常规的“海绵城市”技术难以实现规定的海绵工程目标，不利于城市可持续发展，急需创新、提高街区对雨水的

控制和利用水平。

基于“海绵城市”理念的独立式消防供水系统,提出改革“活化街区”地面铺装形式,收集地面雨水并储存于地下蓄水池,收集的雨水作为消防用水和地面回用水,可有效实现“海绵城市”的四个工程目标,解决街区内涝问题;提出把“活化街区”的室外消火栓兼做室内消火栓,把消火栓系统与其他水灭火系统的供水网络融为一体,并改革了消防水池与消防泵房的布置样式,提高了街区消防供水安全水平,也利用雨水作为消防水源,节约了自来水资源。这种新型消防供水系统把“海绵城市”和消防工程有机结合,投资不高、施工简单、工期较短,也可推广应用于古村落、古建筑等场所。

参考文献

- [1] 赵宏宇.对广州历史文化街区保护与活化的实践思考[J].探求,2024(2),74-81.
- [2] 郑嘉贤.福州三坊七巷历史文化街区活化利用模式探索[J].福建建设科技,2024(3),6-9.
- [3] 蔡建斌.房地产项目海绵城市与景观设计融合[J].城市建设理论研究,2024(29),40-42.
- [4] 张琳,李偲偲.历史文化街区的消防安全分析[J].福建警察学院学报,2013(3),22-24.
- [5] 卓萍,郭伟,路世昌.历史文化街区、传统村落活化利用消防设计研究[J].消防科学与技术,2022(10),1409-1413.
- [6] 张智娟.历史文化街区活化中的消防设计初探[J].工程建设与设计,2021(19),44-46.
- [7] 赖海灵,丰汉军.广州历史文化建筑水消防设计探讨[J].消防界,2022(8),23-25.
- [8] 江贤来.烟台山历史风貌区万科九里文化街区消防给水系统介绍[J].福建建材,2023(9),90-93.
- [9] 王志洪.历史文化街区消防系统设计探讨[J].建筑技术开发,2022(17),25-27.
- [10] 黄艺杰.某历史文化街区活化利用特殊消防设计思考[J].给水排水,2023(10),80-84.
- [11] 王泽阳,沈晓铃等.基于海绵城市的历史文化街区水安全体系构建—以厦门市鼓浪屿为例[J].给水排水,2016(11),51-56.
- [12] 李一鸣,于红霞,王浩等.基于海绵城市理念的青岛历史街区微更新策略研究[J].城市建筑,2021(385),10-12.
- [13] 党怡天,王非.基于海绵城市理念的历史街区微更新改造研究—以西安市回坊学习巷街区为例[J].建筑与文化,2023(12),156-158.
- [14] 李俊奇,黄静岩,王文亮.基于问题导向的建成区海绵城市建设策略[J].给水排水,2017(8),41-46.
- [15] 张锋.海绵城市措施在雨水回收利用系统工程中应用研究[J].中国建筑金属结构,2024(11),90-922.
- [16] 曾红舟,李高峰,吴立海.雨水调蓄系统技术应用[J].现代园艺,2021(7),57-59.