沈阳·规划视野

总第15期 2021年10月

本期主题 / 基础设施规划

主办单位:沈阳市自然资源局 沈阳市规划设计研究院有限公司

沈阳·规划视野

2021年/第2期/总第15期

主办单位:沈阳市自然资源局 沈阳市规划设计研究院有限公司



高 沈阳市规划设计研究院有限公司

地址: 沈阳市和平区南三好街1号 新世界商务大厦13-19F 邮编: 110004

电话: 024-23931269 / 传真: 024-23931197

周址: www.syup1960.com 部階: syghy@163.com

Address:13-19F, New World Business Building:1 South Sanhao Street, Heping District, Shenyang, PRC P.C:110004 / Tei:86-24-23931269 / Fax:86-24-23931197 www.syup1960.com E-mail:syghy@163.com





沈阳·规划视野

总第 15 期

本期主题

基础设施规划

主办单位 沈阳市自然资源局

沈阳市规划设计研究院有限公司

编委会 曾庆元 赵辉沈 跃 曲长令 刘镇川

杨世利 叶 舒 魏英健 于丽新 丁景华

仇艳娥 李 莹 刘明国 刘亚军 孙 彤 毛 兵 刘 威 方 旭 张晓云 吕正华

张建军 张绍银 周彦国 代永江 任 峰

刘治国 徐靖文

主编 毛 兵 刘 威 副主编 张绍银

特约编辑 郭 健

编辑 沈阳市规划设计研究院有限公司编辑部

编务 沈阳智邦文化传媒有限公司

地址 沈阳市和平区南三好街 1号 新世界商务大厦 1304

邮政编码 110004

电话 024-23894455-8310

传真 024-23600553

印刷 沈阳鸿诚包装装潢印刷有限公司

时间 2021年10月

3. 任何单位或个人如出于商业目的使用本刊所刊载的文字与图片,需向相关版权所有者获取授权。

本刊声明: 1. 本刊系非营利性公益刊物,仅供学术交流之用,欢迎读者对刊载内容

是用学术批评和讨论。 是用学术批评和讨论。 2. 欢迎各单位和个人踊跃投稿。对于所刊登的稿件,本刊有支付稿酬的 义务;对于来稿,本刊保留修改权。请与本刊联系,如有特殊要求,请

卷首语

市政基础设施是城市安全有序运行和可持续发展的重要基础,对增强城市综合承载能力、改善人居环境、加快生态文明建设,推动高质量发展具有重要作用。党的十九届五中全会提出了"十四五"时期经济社会发展指导思想和必须遵循的原则,其中强调要"以推动高质量发展为主题"提高资源配置效率,增进人民福祉。市政基础设施体系正是高质量发展的坚实基础。

"十三五"期间,沈阳市通过落实排水防涝、海绵城市、综合管廊等基础设施规划,实现了补短板,强弱项的建设目标,提升了城市安全承载力。与此同时,"双碳"目标的提出,"海绵城市"建设的推进,标志着市政基础设施建设在安全高效的基础上,朝着高品质、现代化、绿色节能的方向迈进;未来"十四五"期间,将坚持系统观念,构建新型基础设施体系,推动城市的高质量发展。

本期"市政基础设施"主题,理论与实践相结合,落实生态文明建设理念,应用智慧城市电网等新技术,聚焦雨洪管理等海绵城市新动态,关注环卫设施等低碳环保新趋势,探讨综合管廊等工程规划新突破,为不断优化和完善市政基础设施体系开拓新思路,探索新方法。

独编银



目录 CONTENTS

1 综述

5 市级国土空间视角下的基础设施规划研究与实践 侯頔

2 能源新技术

- 7 基于分布式能源技术的智慧城市电源系统优化研究——以沈阳市浑南区为例 李菁 史伟男 张卉蕾
- 11 泰森多边形在城市变电站布局中的应用研究

侯頔 崔羽

16 户间传热的实验研究与 DeST 模拟分析 赵威 孙刚

3海绵城市

- 22 国外雨洪管理技术实践对北方海绵城市建设启示——以沈阳雨水利用综合规划为例 工媛媛 暑洪兰
- 25 沈阳市海绵城市建设实践经验探讨

姜月 殷殷 冯爽

30 沈阳市排水防涝综合规划研究

苗伟 冯爽 殷殷

4 低碳环保

- 36 低碳循环理念下的城市环卫设施规划困境及对策研究 王媛媛 张卉蕾 李菁
- 40 城市垃圾问题解决方法探讨——以沈阳市垃圾分类及处理方法规划研究为例 徐靖立
- 46 沈阳市大辛生活垃圾处理场渗滤液贮存池土坝应急加固工程方案比较高树天 朱宏飞

5 地下空间

- 49 地铁及隧道消防规划研究——以沈阳市"十三五"专项消防规划为例 史伟男 李佳宁
- 53 沈阳市老城区综合管廊规划设计

苗伟 侯頔 姜月 李红英

59 "双新"背景下的城市新区地下综合管廊规划研究 史伟男 李佳宁 蔡南 田东林

6 访谈

- 64 "一体化"市政规划模式的实践探索——以十二运·沈阳全运村市政工程综合规划为例徐靖文
- 70 推进地下综合管廊建设 为沈城发展保驾护航

经前

73 沈阳市排水系统建设回顾与展望

苗伟

市级国土空间视角下的基础设施规划研究与实践

侯頔 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要。在国土空间规划演进的过程中,基础设施规划的内容深入到国土空间规划体系"五级三类"的方方面面。在市级国土空间规划层面开展 基础设施规划研究,要考虑上位要求的落实和对下层规划的传导,要考虑对多专业规划的空间统筹,也要时刻面对经济技术发展和变革 对基础设施建设提出的种种要求,随着国土空间规划的开展和深入,逐渐将形成一个探索与实践不断迭代的长期过程。

一、国土空间规划的演进

我国早在20世纪50年代初就开始 了空间性规划的探索,在20世纪80年 代开始编制全国性的国土规划, 但直到 21世纪经济发展讲入起飞阶段,空间资 源竞争越来越激烈,国土空间规划的重 要性才越来越受到政府和社会的重视。

2014年,国家发改委、原国土资源 部、原环境保护部、住房和城乡建设部 四部委联合印发《关于开展市县"多规 合一"试点工作的通知》,提出在全国 28 个市县开展"多规合一"试点工作, 并取得一定成效。

2016年,中共中央办公厅、国务院 办公厅印发《省级空间规划试点方案》, 提出"以主体功能区规划为基础,全面 摸清并分析国土空间本底条件, 划定城 镇、农业、生态空间以及生态保护红线、 永久基本农田、城镇开发边界"(以下 称"三区三线")。在此基础上,各省 区以省级空间规划试点为契机, 积极探 索市县空间规划的基本思路。

确了国土空间规划在国家规划体系中的 生活空间、生态空间,是加快形成绿色

基础性地位,要求发挥承上启下的作用。 向上, 为发展规划确定的重大战略任务 落地实施提供空间保障; 向下, 对专项 规划和区域规划提出的基础设施、城镇 建设、资源能源、生态环保等开发保护 活动提供指导和约束。

2019年5月以来,中共中央、国 务院、自然资源部先后印发《关于建立 国土空间规划体系并监督实施的若干意 见》、《关于全面开展国土空间规划工 作的通知》等重要文件,宣告全国范围 内的国土空间规划编制工作正式启动。

国土空间规划是空间发展的指南, 也是各类开发保护建设活动的基本依据。 建立国土空间规划体系并监督实施,将 主体功能区规划、土地利用规划、城乡 规划等空间规划融合为统一的国土空间 规划,实现"多规合一",强化国土空 间规划对各专项规划的指导约束作用, 可有效解决长期以来存在的规划类型多、 内容重叠等实际问题。整体谋划国土空 间开发保护格局,综合考虑人口、经济、 2018年,中央44号文的颁布,明 国土、生态等因素,科学布局生产空间、

生产方式和生活方式的关键举措, 更是 保障国家战略有效实施、促进治理体系 和治理能力现代化的必然要求。

二、市级国土空间基础设施规划的 特征

从规划层级和内容类型来看,可以 把国土空间规划分为"五级三类"。五 级指与我国行政管理层级相对应的国家、 省、市、县、乡镇,不同层级的规划体 现不同空间尺度和管理深度要求。

市级国土空间规划在从国家到乡镇 的"五级"纵向体系中主要承担着承上 启下和逐级传导的重要作用,包括以下 三个方面: 一是落实国家和省级空间规 划的关键环节和主要载体, 是落实和深 化发展规划有关国土空间开发保护要求 的基础和平台; 二是全市域空间发展的 指南、可持续发展的空间蓝图,是一定 时期内全市域各类开发建设活动的基本 依据; 三是同级专项规划和下层次空间 规划的编制依据。

专项规划在"三类"横向体系中发 挥着衔接总体规划和详细规划的作用, 与总体规划的全局性特点和详细规划的

实施性特点相比, 专项规划有其独特的 专业性和综合性, 更是"多规合一"重 要组成部分。综合"五级三类"的体系 结构, 市级国土空间规划中的基础设施 专项规划, 既要落实国家、省级空间规 划对于重大基础设施发展的要求, 又要 充分考虑自身发展需要和各行业需求的 统筹, 更要确保能够作为下层次规划的 依据,发挥指导和管控作用,是串联"宏 观"和"微观",统筹经济、社会、行 业发展的重要节点。

三、基础设施的发展趋势和要求

2020年9月,自然资源部印发的《市 级国土空间总体规划编制指南》提出要 在"双评价"和"双评估"的基础上, 加强基础设施、风险防控等重大专题研 究,构建完善的基础设施体系,增强城 市安全韧性。通过统筹存量和增量、地 上和地下、传统和新型基础设施系统布 局, 构建集约高效、智能绿色、安全可 靠的现代化基础设施体系,提高城市综 合承载能力,建设韧性城市。

在市政基础设施规划方面,《指南》 特别要求要结合空间格局优化和智慧城 市建设, 优化形成各类基础设施一体化、 网络化、复合化、绿色化、智能化布局。 "智慧城市"、"智能化"等关键词使 得基础设施发展的趋势和方向更加明确。 公众征求意见版中也提出,要建设智慧 信息网络,加快5G网络设施,强化局 所基站布置。结合2020年3月以来, 提出"加快 5G 网络等新型基础设施建 设进度"、"全力推进5G网络建设" 等要求,新时期在国土空间体系中开展 项规划》、结合《沈阳市5G产业发展 的基础设施规划,关于5G网络等新型 基础设施建设的内容必将受到广泛关注。

自然资源部发布的《省级国土空间总体 规划编制指南(试行)》,提及"安全"26 度、用地性质、开发强度、5G信号频段 次、"灾害" 9次、"风险" 6次,并首 分配共4大因素,将全市范围划分成9 次提出建设韧性城市; 2020年9月发布 级分区,逐一确定各自的基站服务半径, 的《市级国土空间总体规划编制指南(试 并充分考虑了铁路、公路等线性空间对 行)》中,提及"安全"21次、"灾害"15次、 于5G基站的需求来布局5G设施,形成

次;《市级国土空间总体规划编制指南 (试行)》还明确要求基于灾害风险评 估,确定主要灾害类型的防灾减灾目标 和设防标准,划示灾害风险区。明确各 类重大防灾设施标准、布局要求与防灾 减灾措施, 适度提高生命线工程的冗余 度等防灾减灾规划的具体内容。在10月 通过的《中共中央关于制定国民经济和 社会发展第十四个五年规划和二〇三五 年远景目标的建议》中,则首次明确强 调要建设韧性城市,应对灾害风险。《辽 宁省国土空间规划(2021-2035年)》 公众征求意见版中更是明确提出我省"国 家战略安全基地"的定位。可见韧性城 市建设已经成为新时期治理体系的重要 组成部分。

在国土空间规划体系构建的大背景 下,结合基础设施发展的新趋势和新要 求, 在沈阳市国土空间规划编制的过程 中,特别开展了关于5G基础设施规划 和城市公共安全与综合防灾的专题研究。

四、5G 设施规划的研究与实践

智慧社会即将到来。5G 等新型基础设施 将与传统城乡基础设施系统共同构成智 慧社会新的城乡基础设施系统。

《辽宁省国土空间规划(2021-2035年)》 试点城市,5G网络建设进入了跨越式发 展阶段,结合国土空间规划,在市级层 面开展 5G 设施的规划研究,对于推动 新型基础设施有序建设,促进传统产业 中央政治局会议、工业和信息化部发文 转型升级,推进国家级通信枢纽乃至国 家中心城市建设都具有重要意义。

方案》开展的关于5G设施规划的研究, 以建成"宽带、泛在、融合、安全"的 在韧性城市建设方面,2020年1月 新一代通信基础设施为根本目的,以5G 网络全域覆盖为总体目标,综合人口密

"风险"14次, "韧性"更是出现了6 了"站、网、局"相互衔接的体系结构, 在此基础上还将《5G产业发展方案》中 提出的 5G+ 工业互联网、车联网、医疗 健康等8类应用场景对应到用地空间上, 优先安排 5G 基站建设,全力支持 5G 与 产业发展、民生服务、城市管理等智慧 应用的深度融合。

五、防灾减灾体系规划的研究与实践

在防灾减灾体系规划的研究中提出 了贯彻"以防为主、防抗救相结合"理 念,通过提升防灾减灾标准,加强智慧 监测预警,优化城市公共安全空间格局, 推进重大防灾减灾工程建设, 完善城市 公共安全及综合防灾管理体系,全面提 高灾害防御能力, 筑牢防灾减灾救灾人 民防线的规划目标。

针对沈阳市中心城区内缺少市级应 急物资储备库,不能满足常用应急物资 储备标准;缺少如"小汤山"、"火神山" 等应对突发公共安全事件的应急备用地 等突出问题,规划提出提高人均应急避 难场所面积; 以二环为环线, 以南北、 东西快速干道为中轴, 京哈高速、京康 随着信息技术的发展,万物互联的 高速为骨干,在全市建立"一中心二防 汛四救援"物资储备库体系,形成高效 的应急物资运输网络;将城市对外联系 的主干道作为一级疏散救灾通道,各重 2018年,沈阳市成为中国首批 5G 要的固定避难场所间主要道路作为二级 疏散通道,建立多方向对外交通出入口, 形成完善的救灾道路网络; 在中心城区 南部、北部地区预留城市应急备用地, 作为突发事件的避难、救助场所及应急 指挥中心等规划策略。并从防洪、抗震、 消防、森林防火、人防、防疫、危险品 依据《辽宁省 5G 通信基础设施专 管控共七个方面提出相应的目标指标要 求和空间管控手段。

六、小结

在国土空间规划的背景下,基础设 施规划更要顺应时代的要求, 充分考虑 多种规划的统筹、多层级空间规划的衔 接。在信息技术飞速发展,绿色生态安 全等要求不断提高的新形势下,基础设 施的发展建设也必将面临更多新的问题 和困难,需要长期不断的研究、探索和

基于分布式能源技术的智慧城市电源系统优化研究

—以沈阳市浑南区为例

李菁 史伟男 张卉蕾 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 我国智慧城市的研究正从理论走向实践,全国各地已展开智慧城市的建设。城市电网作为城市的重要生命线是发展智慧城市的坚实基础。 然而传统城市的电源系统已无法满足智慧城市的需求。本文对传统城市电源系统的现状存在问题进行剖析,将分布式能源技术引入城市 电源系统中,详细分析各类电源适用范围,从生产、运输和使用三方面提出了智慧城市电源系统的优化方案,并以沈阳市浑南区为例将 方案应用于实际,为智慧电源系统的优化迈出更可行的一步,为智慧城市的建设做出贡献。

一、引言

我国智慧城市正在从理念、概念的 模糊期逐步走进产业、商业的实质应用 期,全国各大城市相继喊出建设智慧城 市的口号, 智慧城市的建设已成为城市 发展的必经之路。电源作为城市重要组 成部分在智慧城市中扮演重要角色,但 随着全球资源的不断消耗, 能源危机问 题被各国关注。"十二五"末期,国务 院办公厅、国家发改委、国家能源局相 继颁发了关于建设智慧能源系统、智能 电网建设、电力改革等纲领性文件,以 电力为核心的能源改革已拉开帷幕。传 统城市的电源系统已无法满足智慧城市 的需求,建设智慧的新电源系统是建设 智慧城市的首要目标。

二、传统城市电源系统

容量远距离输送格局, 电力负荷中心聚 集在中、东部地区, 而我国电力能源主 要分布在远离负荷中心的三北和西南地 区,这种能源资源和消费中心的逆向分 布,决定了我国"西电东送、北电南送" 的输电格局。现存的电源系统存在以下

问题:

1. 电源结构亟待优化

尽管我国近年来发电能力有很大提 高, 但电源仍以传统意义的火电为主, 核心是化石燃料及核能组成。城市的电 源普遍以受电电网为主, 从国家级电网 接入经过层级变电所变压输送给用户, 电源结构较为单一, 电源的快速调节能 力不足, 调峰平谷矛盾突出, 供应与需 求分布不均, 电源结构亟待调整和优化。

2. 电源资源匮乏

国家, 这就导致长期以来我国能源消费 以煤炭为主,但燃煤供电需要质量好、 规模大的煤炭,加上石油和天然气资源 有限,不能保障国家最基本的能源安全。 城市电源的主要来源仍然是煤炭这单一 我国城市电网目前呈现大电网和大 的种类,我国煤炭的储量却日渐减少, 电源资源较为匮乏。

3. 能源利用率低

由于技术的制约我国煤炭的利用率 偏低, 开采过程中煤层气、矿井瓦斯资 源基本放空,燃煤过程中余热余气不加 以利用,不仅造成严重的环境污染,也

使资源极大浪费。同时,城市电源经过 远距离的输送,导致途中电源的损耗较 大,能源利用率较低。

基于以上现状问题, 要优化城市电 源系统,应着眼于生产、运输、使用三 个环节,提高整个系统的效率,建立智 慧的电源系统。

三、智慧城市电源系统

1. 分布式能源技术

(1)分布式能源技术概念

分布式能源技术是智慧能源的核心 我国是个"富煤、少油、短气"的 技术之一,是指分布在用户端的能源综 合利用系统。通过对传统能源的高效利 用,可再生能源的合理利用以及二级能 源的梯级利用(热电冷联产),实现对 资源利用的最大化和系统与投资的最优 化的电源系统。

(2)分布式能源技术优点

能源利用效率高。热电冷联产充分 利用了发电后余热的能量,根据用户需 求来做决策,在运输过程中实现了能耗 最低,能源的利用效率能够提高到80%

能源利用的多样性。分布式能源系

统中,一方面表现为输入能源的多样性, 接入的能源可以是天然气、太阳能、风能、 电能等:另一方面表现为输出能源的多 样性,输出的能源有电、热、冷等形式。

环境负面影响小。分布式能源系统 因地制宜的选用天然气、氢气、太阳能、 风能等可再生能源作为一级能源, 可减 少有害物的排放总量,减轻环保的压力。 同时就近供电也减少了大容量远距离高 电压输电线的建设及电能损耗,减少了 高压输电线的电磁污染。

安全性和可靠性高。分布式能源 国家级大电网电源。 系统发电方式灵活, 在公用电网出现故 用户供电,提高了用户自身的用电可靠 性。当所在地的用户出现故障时,可主 的影响。

解决了边远地区的供电问题。许多 边远及农村地区远离大电网, 难以通过 大电网向这些地方供电。结合当地特点 强,可再生能源的利用技术也随着发展 采用太阳能光伏发电、小型风力发电和 生物质能发电等独立发电系统,可以解 决我国边远地区或未连接电网的农村地 对城市电源系统进行优化,构建智慧城 区的用电问题。

为可再生能源的利用开辟了新的途 径。从能源分布的特征来看,相对于化 石能源而言,可再生能源能流密度较低、 分散性强。从目前可再生能源的现实应 用来看,可再生能源利用系统规模小、 能源利用率较低,用于集中供能是不现 实的。因此,分布式能源系统为可再生 能源利用的发展创造了良好的条件, 开 辟了新的途径。

(1) 可再生能源的利用

能源按属性分类,可以分为可再生 能源和非可再生能源,其中可再生能源 包括太阳能、水能、风能、生物质能、 海洋能等,具有清洁、高效、取之不尽 用之不竭等优势,是分布式能源的重要 组成部分,在智慧城市电源系统中起着 至关重要的作用。

生伏特效应原理,利用太阳电池将太阳 光能直接转化为电能。在城市电源系统 中的应用分两种,一种是将电能接入国 家级电网,另一种是用户单独使用,包 小的光伏发电供电系统。

等水高差位能推动发电机产生电能的过 源系统的优化: 程。应用在城市电源系统中的应用主要 取决干城市自身的水资源条件及地域情 况,以大型水力发电站为主,一般作为 国家以建设大型火力发电厂为主,这些

风能。风能发电是因空气流做功转 障时,将自动与公用电网断开,独立向 换为电能的过程。目前是三级风到九级 风适合风力发电。在城市电源系统中对 于用地符合风力发电条件的地区均可采 动与公用电网断开,减小了对其他用户 用,一般用于特定区域的辅助电源,只 有固定条件地区采用大规模风力发电接 入国家级电网中。

> 人们对可再生能源的重视正逐渐加 在不断优化和普及,按照可再生能源在 结构。 城市电源系统中的适用范围及应用条件, 市的电源系统。

(2)能源的梯级利用

传统能源将产电产热产气等分为不 同的能源系统,不仅对环境造成极大的 危害,能源利用率的不同导致能源浪费 严重。能源梯级利用是能源的一种有效 利用方式,不管是一次能源还是余能资 源,均按其品位逐级加以利用。应用最 广泛的是热电联产技术,从以燃煤为主 的热电厂向燃气为主的热、电、气三联 2. 分布式能源在智慧城市中的应用 热电厂发展,利用电厂发电余热为周边 区域集中供热,取消低效高污染的小型 分散锅炉房,有条件的收集余热余气循 模式。 环利用。能源的梯级利用可以提高整个 系统的能源利用效率, 节约资源, 保护 环境,是智慧城市电源系统中不可缺少 的组成部分。

3. 智慧城市电源系统优化

因城市发展制约因素、技术发展水 太阳能。太阳能光伏发电是根据光 平等方面的差异,智慧城市发展理念也

不尽相同, 但解决能源的绿色、可持续 发展通常为首要主题。如迪比克市优先 关注于能源、水务和交通; 阿姆斯特丹 注重城市各领域的环保节能途径; 日本 括城市单独电源和靠近用电现场配置较 则侧重于智能电网的研究。本文将分布 式能源技术引入城市的电源系统,从生 水能。水力发电是利用河流、湖泊 产、运输和使用三个方面体现对城市电

(1) 由源生产

由干工业时代的"规模效益"规则, 电源点不仅集中排放污染破坏生态, 同时 浪费大量的土地资源。城市经过国家一 级电网接入自身变电所,逐级降压供电。

随着对不用能源利用技术的成熟, 国家电源的种类应该从单一的火电向多 种能源发电并存的方向发展。智慧城市 电源系统将因地制宜的引入太阳能、水 能、风能等可再生能源,增加电源种类, 平衡电源峰谷, 有效保证电源的安全性 和可靠性,建立可持续发展的智慧电源

(2) 电源运输

我国传统电源的输送格局为"西电 东送、北电南送",远距离的电源输送 不仅造成电量的巨大浪费,还存在土地 浪费,环境污染严重以及供电安全维护 挑战大等诸多问题。

智慧城市的电源输送优化应从电源 结构主体入手,将原本单一的国家大电 网供给升级为以小区域电源为主,大电 源为辅的模式。加大建设城市自身电源 的力度, 在不影响城市发展的前提下, 选择合适的能源增设小型分散电源系统, 保证城市供电安全的同时, 减轻国家一 级电网的负担,形成多源头供应的电源

(3) 电源使用

传统能源供电的使用模式较为单一, 基本火电直接供电,城市电源统一从国 家一级电网接入, 分级降压最终接入用 户。由于各个城市的需求量不统一,导 致城市电网无法智能的按需供电,造成 供电不均以及大量的电资源浪费。发电 系统单一的产电巾使能源无法有效利用。

智慧城市在建设自身电源的同时, 应考虑能源的梯级利用,用户电量按需 分配,整合城市电、热、冷等原本不想 干系统,利用余热余气集中供热,收集 剩余能源循环利用。合理利用城市自身 优势,对有条件的地区采取用户自用电 源,如太阳能、生物质能等,保证电源 的稳定与安全, 使城市电源系统更加智 慧(图1)。

四、沈阳市浑南区智慧电源系统的 构建

浑南区是辽宁省沈阳市的一个市辖 区,位于沈阳市东南部,丘陵及平原地 势相结合, 总面积为803平方公里。因 大部分辖区在浑河南岸而得名, 其中浑 河以南以山区为主。区内林地 170 平方 公里, 耕地 251 平方公里, 水域 23 平方 公里,全区常住人口62万人。首批国家 智慧城市试点区域。区内电网现状为传 统单一电源,引自500千伏沈东变电所 与沈南变电所变压后为区内供电(图2)。

对浑南区讲行智慧电源系统的构建:

1. 风能供电系统

浑南区的棋盘山风景区地区和祝家 地区的丘陵地带,海拔大干400米,常 年多风,风能资源非常丰富,适合大规 模开发利用,同时使用用户较为分散, 因地制官的建设中小型风电项目, 直接 供给用户用电。

2. 太阳能供电系统

道路广场用电负荷占城市整体用电 负荷的 2.5%, 由于占地面积大, 方便对 太阳能进行收集,将这部分用电负荷由 太阳能发电满足。同时,路灯系统由于 使用的时间为晚间也可通过太阳能光电 转换, 蓄电储能为晚间供电。

3. 热电联产系统

沈阳处于集中供热的严寒地区,在 工业区内建设大唐热电厂一座,为区内 供电的同时利用发电余热为区内供热, 梯级利用能源, 节约燃料的同时提高了 供热质量,减轻了环境污染。



图 1 电源结构优化示意图

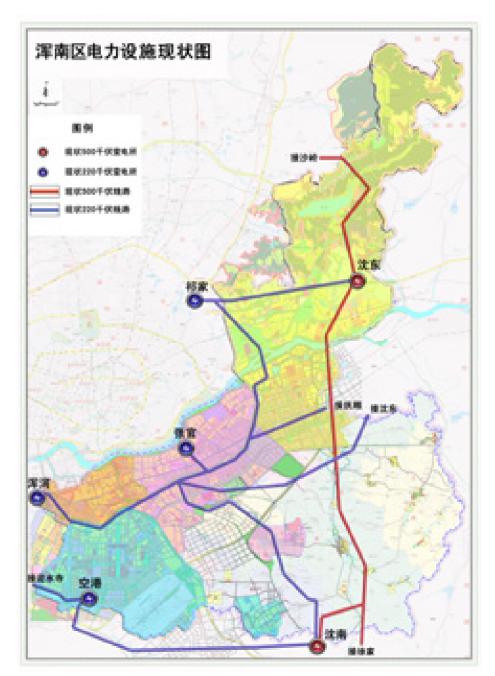


图 2 浑南区现状电源系统图

8 / 沈阳·规划视野/基础设施规划

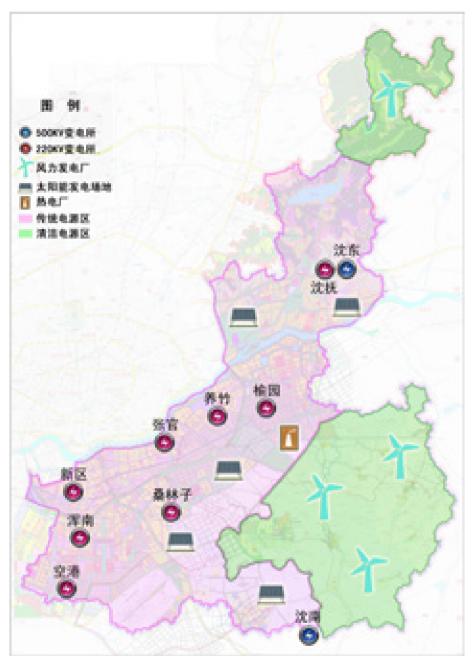


图 3 浑南区智慧电源系统图

4. 储能系统

在利用可再生能源以外,对区内的 大型小区及重要公建配置了储能系统, 针对用电大户利用低谷时的低价格电蓄 电,减轻企业负担,缓解电网压力(图3)。

浑南区结合自身丘陵地势的条件, 采用风能发电系统解决山区用户分散供 电网络敷设困难的问题; 合理利用工业 用地,建设热电厂提高资源利用率;利 对智慧城市的研究建设也日渐成熟。智

用太阳能对绿灯广场道路用地进行照明 供电,减轻传统电网负担。通过对以上 多种电源系统的搭配融合,构建了沈阳 市浑南区智慧电源系统。

五、结语

智慧城市的建设势在必行, 国家智 慧城市试点区域已达 290 个之多, 在规 范和推动智慧城市的健康发展的道路上,

慧电网是智慧城市的坚实基础, 也是发 展智慧城市的首要目标,本文基于分布 式能源技术对城市智慧电源系统进行详 细剖析, 以沈阳市浑南区为例构建了智 慧城市电源系统, 为智慧电源系统的优 化迈出更可行的一步, 为智慧城市的建 设做出贡献。

泰森多边形在城市变电站布局中的应用研究

侯頔 崔羽 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要,城市空间结构优化、发展规模不断扩大的新形势,给城市电力系统的规划建设提出了更好的要求。传统的电力系统规划方法更多的依靠 个人经验,缺乏科学的依据,也难以做到对全局的统筹。本次研究,以沈阳市电力专项规划中的变电站布局为实例,研究泰森多边形数 学模型的建立方法、应用流程和效果。以此同时,还研究对基础的泰森多边形模型进行适当的改进,使其更加适用干变电站布局规划的 需要。通过研究,希望能够探索基础设施布局规划的新方法和新方向,为后续更广泛和深入的研究提供借鉴。

一、引言

电力系统是城市重要的基础设施, 是城市经济社会发展的重要保障。早期 的电力系统建设处于"哪有需求在哪建" 的无序状态,需求相继产生以后,系统 建设再不断跟进, 电力系统发展永远处 于城市建设发展之后。很长一段时间, 这种滞后干城市发展的状态,导致电力 系统不能够给城市的发展提供有效的支 撑,在一定程度上成为了城市发展的制 约因素。

随着规划的思想不断发展和蔓延, 城乡规划越来越受到政府的重视以及百 姓的认可和支持,规划显然已经成为了 引导新时期城乡发展建设的重要因素。 电力系统规划作为市政基础设施专项规 划的一个重要组成部分,它通过对电力 系统发展现状的梳理,对系统存在问题 的分析和研判,对城市定位、发展规模、 空间布局的预测, 预先对电力系建设统 作出统筹安排,同时也通过与城乡用地 规划的结合,为电力系统建设在空间上 变革中,通过数学模型的手段,实现变 预留了发展条件,是电力系统发展建设

规划的存在让电力系统建设从主观上摆 脱了"滞后困境",一跃成为可以引领 城市发展建设的重要因素。

在电力系统规划的诸多任务当中, 变电站布局可以说是最为重要的工作 之一。科学合理的变电站布局方案,对 于电力系统安全稳定运行,提高电力系 统的经济性和适应变化的能力,都具有 重要的作用。如何适度的调整、充分的 利用现状变电站布局,同时又使新建变 电站布局能够满足城市发展的需要,是 所有电力系统规划人员需要解决的核心 问题。

传统的变电站布局通常采用负荷聚 类法,需要规划人员凭借工作经验,在 变电站缺失的地区进行布局,通常更适 合于解决局部的问题。面对城市空间结 构优化、发展规模不断扩大的新形势, 原有的这种布局方法不具备宏观统筹的 属性,又过多的依靠个人经验,已经很 难适应系统发展需要。在大数据时代的 电站布局从微观到宏观、从局部到全局 的重要依据。某种程度上说, 电力系统 的转变, 提高布局的科学性和精细化程

度,也许才是解决变电站布局问题,最 根本最行之有效的方法。

二、泰森多边形

1. 泰森多边形的定义

泰森多边形, 最早是一种根据离散 分布的气象站数据来计算平均降雨量的 数学模型。利用所有气象站的位置数据, 构建一个多边形的集合,每个多边形内 仅包含一个气象站,并在以后的降雨量 计算中, 以该气象站的降雨强度来表示 包含它的多边形区域的降雨强度。

从几何角度讲,泰森多边形是对空 间平面的一种剖分。它的数学描述如下:

设平面区域上有一组离散点(i, i=1.2.3,, k: 其中 k 为离散点的 数量), 若将该区域用一组直线段分成 k 个互相邻接的多边形, 使得以下三个 条件成立:

- (1)每个多边形内含有且仅含有一 个离散点:
- (2) 若区域上任意一点(x¹, y¹) 位于含离散点(xi,yj)的多边形内, T T $\sqrt{(x^1-x_i)^2+(y^1-y_i)^2} < \sqrt{(x^1-x_j)^2+(y^1-y_i)^2}$ 在i≠j时恒成立;

(3)若点(x¹, v¹)位于含离散点(xi, vi)的两个多边形的公共边上,则等式 $\sqrt{(x^{1}-x_{i})^{2}+(y^{1}-y_{i})^{2}} = \sqrt{(x^{1}-x_{i})^{2}+(y^{1}-y_{i})^{2}} \prod_{i=1}^{n} \sqrt{x_{i}}$

则由此得到的多边形叫泰森多边形 (图1)。

2. 泰森多边形的生成过程

- (1) 通讨给定离散点自动构建三角 网,即构建 Delaunay 三角网。对离散 点和形成的三角形编号,记录每个三角 形是由哪三个离散点构成的。
- (2) 找出与每个离散点相邻的所有 三角形的编号,并记录下来。这只要在 已构建的三角网中找出具有一个相同顶 点的所有三角形即可。
- (3) 对与每个离散点相邻的三角形 按顺时针或逆时针方向排序,以便下一 步连接生成泰森多边形。设离散点为 o。 找出以 o 为顶点的一个三角形, 设为 A: 取三角形 A 除 o 以外的另一顶点,设为 a, 则另一个顶点也可找出,即为 f;则下一 个三角形必然是以 of 为边的, 即为三角 形 F; 三角形 F的另一顶点为 e, 则下 一三角形是以 oe 为边的; 如此重复进行, 直到回到 oa 边。
- 心, 并记录之。
- (5) 根据每个离散点的相邻三角 形,连接这些相邻三角形的外接圆圆心, 即得到泰森多边形。对于三角网边缘的 泰森多边形,可作垂直平分线与图廓相 交,与图廓一起构成泰森多边形。

3. 泰森多边形的特点

由泰森多边形的定义可知,泰森多 边形内的点到相应离散点的距离最近。 也就是说,对于平面区域内的一组离散 点,都可以找到唯一的多边形范围,该 范围内任意一点到该离散点的距离均小 于到其他离散点的距离。映射到电力系 统规划当中,将变电站看做离散点,那 么必然有唯一的范围,该范围内所有电 力用户到该变电站的距离都小干到其他 变电站的距离, 这非常符合变电站布局 当中期望站址位于负荷中心的要求。如 果单纯的从几何角度上讲,可以认为该

44 200 44 20 64 30 4.0 Ťe. 24 10.0 1114 24.4 140 13 e 25.4 12.6 20.4 22.4 154 154 104 211+ 16 * 174 20.4

图 1 泰森多边形模型示例

区域就是变电站的最合理供电范围。

由泰森多边形的生成过程可知,泰 (4) 计算每个三角形的外接圆圆 森多边形是由三角形外接圆的圆心所构 成的,也就是说每个外接圆均对应三个 离散点在圆上。从电力系统的角度看, 圆内的用电需求,将由圆上的三个变电 站共同满足,如果用电需求过大,则需 要在圆心为规划建设新的变电站, 并据 此调整供电分区。

> 由于泰森多边形所具有的特性, 它特别适合应用在空间设施规划当中, 目前我国也已经开始在基站、气象台、 服务网点等的布局规划中尝试应用该模 型,并取得了不错的效果。它真实有效 的完成了对现实世界的抽象和简化,能 够将所有的变电站作为有机整体, 通过 Delaunay 三角剖分建立变电站间的相互 关系,并通过大量的数据运算,生成最 佳的布局方案。鉴于泰森多边形模型对 电力系统规划的适用性,本文将以《沈 阳市电力设施专项规划》为具体实例, 研究其在变电站布局中的应用, 并通过

对模型适当的改进,提高模型和现实世 界的契合度。

三、泰森多边形在变电站布局中的

1. 沈阳市电网现状

受到历史因素影响, 沈阳市电网的 电压等级分为500千伏、220千伏、66 千伏、10千伏、380/220伏,共5个等级。 2017年全市用电负荷 6550 兆瓦, 其中, 中心城区范围内用电负荷 4657 兆瓦,占 全市的71%,负荷相对集中。中心城区 范围内,用电负荷呈现由内到外逐渐降 低的趋势, 二环范围内负荷非常高, 二 环外负荷较低, 但是近期由于各个新城 和产业园区的发展,外围局部地区,负 荷增长又非常的迅速。

中心城区范围内有220千伏变电站 17 座, 其中 13 座超负荷运行; 有 66 千 伏变电所 104 座, 其中 45 座 66KV 变 电站超负荷运行, 中心城区变电站数量 严重短缺。但是受到用电负荷高、用地 紧张的影响,尽管变电站建设需求强烈,

变电站洗址却非常困难, 科学合理的变 电站布局对干电力系统建设就尤为重要。

本次规划,将采用从需求侧出发, 逐级向上的思路进行变电站的布局,因 此泰森多边形模型首先被应用在了中心 城区范围内66千伏变电站的布局当中。

2. 模型的建立

此次研究以 ArcGIS 作为实现泰森 多边形模型的基础工具。将104座变电 站的位置、规模数据,3万余个地块的 用地性质、面积、容积率数据, 各电压 等级系统容载比等数据、录入 ArcGIS. 并利用系统工具编写代码生成泰森多边 形进行分析(表1)。

3. 模型的应用

基础模型生成以后, 首先通过对中 心城区范围内现状 66 千伏变电站总容 量、预测用电负荷、变电站建设规模数 据、系统容载比要求等数据,确定理想 状态下中心城区新建变电站的最小数量。 利用泰森多边形的特性,将外接圆内的 用电负荷与圆上变电站的供电能力作比 较(传统泰森多边形模型认为, 圆上的 3座变电站各自承担园内负荷的三分之 一),选择需求和能力差距最大的外接 圆圆心,作为第一座变电站的规划位置, 据此从新生成泰森多边形, 开始第二座 变电站的位置选择, 反复迭代, 直至规 划变电站数量达到既定目标(图2)。

```
医状态电影位置、容易
                           BUSH
                        機能を建せる場合を持ち
HARR SHREEK BULL
  表示。 最大容易要求
                        機関をは以及すばい際
                        東京 V国的空心器特性
                          佛像和个权选规划
```

图 2 传统泰森多边形模型的应用流程

表 1 泰森多边形生成代码示例

```
private void FirstTriangle()
            for (int i = 0; i < points.Count; i++)
                TriPoint p = new TriPoint():
                p.point = points[i]:
                p.ID = i + 1:
                triPoint.Add(p):
            int index = 0:
             double length = double.MaxValue;
             foreach (TriPoint p1 in triPoint)
                 double temp = TriEdge.LengthSquare(triPoint[0], p1);
                if (temp != 0 && temp < length)
                     index = p1.ID:
                     length = temp:
            TriPoint point1, point2, point3;
            point1 = triPoint[0]:
            point3 = triPoint[index - 1]:
             if (point1 != null && point3 != null)
                 TriEdge edge = new TriEdge(point1, point3);
                point2 = TriEdge.GetBestPoint(edge, triPoint);
                if (point2 != null)
                     TriEdge triEdge1 = new TriEdge(point1, point2);
                     TriEdge triEdge2 = new TriEdge(point2, point3);
                     TriEdge triEdge3 = new TriEdge(point3, point1);
                    Triangle angle = new Triangle(point1, point2, point3);
private void BuildDelaunay()
             while (triEdgeTemp,Count != 0)
                TriEdge edge = triEdgeTemp[0]:
                TriPoint point2 = new TriPoint();
                 point2 = TriEdge,GetBestPoint(edge, triPoint)
                if (point2 != null)
                     Triangle triangle = new Triangle(edge.startPoint, point2, edge.endPoint);
                     TriEdge edge1 = new TriEdge(edge,startPoint, point2);
                     TriEdge edge2 = new TriEdge(point2, edge.endPoint);
                     TriEdge edge3 = new TriEdge(edge.endPoint, edge.startPoint);
                     edge1.leftTriangle = triangle;
                     edge2.leftTriangle = triangle;
                     edge3.leftTriangle = triangle:
                    triangle.edge1 = edge1:
                     triangle.edge2 = edge2;
                     triangle.edge3 = edge3;
                     edge3.rightTriangle = edge.leftTriangle
                     edge.rightTriangle = edge3.leftTriangle;
                     triEdgeTemp.Remove(edge):
                     listTriangle,Add(triangle);
                     TriEdge edgeTemp = new TriEdge();
                     edgeTemp.startPoint = edge1.endPoint;
                     edgeTemp.endPoint = edge1.startPoint;
                     TriEdge sameEdge = TriEdge.FindSameEdge(triEdgeTemp, edgeTemp)
                     if (sameEdge == null)
                         triEdgeTemp.Add(edge1);
```

4. 模型的改进

在基础模型之上,本次研究为了提 高模型与现实世界的契合度, 对模型进 行了3处改进。

接圆内的用电需求应该被圆上的3座变 电站平均分配,忽略了供电分区入圆的 变电站可能不止3座,同时每个变电站 供电分区入圆面积也不尽相同, 因此本 次研究对模型外接圆负荷的处理方式做 了一些改变,将圆内的负荷分配给所有 供电分区入圆的变电站,每个变电站按 照分区入圆面积的大小, 承担各自的供 电比例。以此种方式逐个选择新建变电 站的位置, 更加符合实际情况的需要。

如图 3 所示,以点 A 为圆心的外接 圆上共有3座变电站,分别是6号、14 号以及24号,显而易见,3座变电站进 入圆 A 内的面积不同, 甚至有些圆内的 面积,并未被这3座变电站的供电分区 所覆盖,同时实际情况是,3座变电站 的容量分别为6号变电站120兆伏安, 14号变电站100兆伏安,24号变电站 150兆伏安, 变电站的容量有很大差别, 对于圆A内用电负荷的贡献也理应不同。

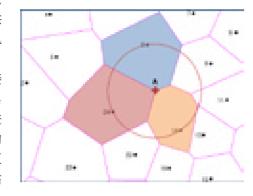
在图 3 当中,改进后的模型,将圆 A 内的负荷分配给供电分区入圆的 6 座 变电站,其中6号变电站入圆面积占其 供电分区面积的25%,8号变电站入圆 面积占其供电分区面积的13%,14号 变电站入圆面积占其供电分区面积的 23%, 11号变电站入圆面积占其供电分 区面积的3%,23号变电站入圆面积占 其供电分区面积的8%,24号变电站入 圆面积占其供电分区面积的28%,每个 变电站按照该比例和各自的容量,为圆 A 内的用电负荷供电, 据此计算需求与 能力的差距。

(2)基础模型认为,外接圆的圆心 就是新建变电站的最佳位置,忽略了负 荷密度不均匀的实际情况。本次研究提 出了一个负荷矩(负荷矩=Σ(地块负 荷×距离))的概念,将各内地块负荷 抽象为点,按负荷矩最小原则计算负荷

中心, 调整站址。

为所有变电站容量相等、各地块负荷密 站的距离,与该点到其他曲边形变电站 度不变,为了跟实际情况更接近,本次 (1)基础泰森多边形模型认为,外 研究使用了加权的泰森多边形模型(也 加权 Voronoi 图用于各变电站权重有明 称为加权 Voronoi 图),考虑变电站容 量不等、各地块负荷密度不均衡的因素, 提出站址权重应该是站址容量和供电分 荷密度的不均匀特性带入模型中一并考 区内负荷密度的函数,根据此权重生成 虑(图4)。 加权模型。加权 Voronoi 图也适用干空

间剖分, 位于加权 Voronoi 图的某个曲 (3)基础模型成立的基础条件是认 边形中的每个点到该曲边形对应的变电 的距离之比小于两个变电站的权重之比。 显差别的情况下对空间进行剖分,可以 充分的将变电站容量的不均匀特性、负



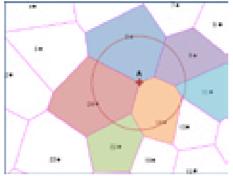


图 3 调整前后模型负荷分配示例

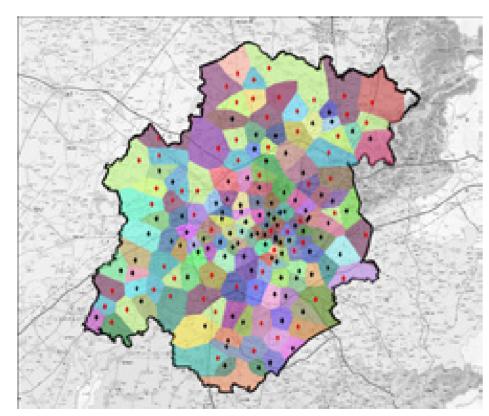


图 4 加权的泰森多边形模型示例

5. 改进后模型的实现和效果

基础模型完成后,在选择空心圆时 进行规则调整,将外接圆中的负荷与分 区入圆的变电站部分容量之和进行比较, 做差,选择最大的一个作为新建变电站 位置,然后开始反复迭代。此后以现状 站址和规划站址共同生成模型,重新划 定供电范围内:按照负荷矩最小的原则 调整站址位置,站址调整幅度大于预设 精度时,按照精度允许范围调整,然后 利用新站址位置重新生成模型,再次按 照负荷矩规则调整,直至调整幅度小于 预设精度时结束。带入站址权重生成加 权模型, 重复负荷矩调整步骤, 直至满 足精度要求,模型迭代结束。生成最终 的变电站布局方案(图5)。

改进后的泰森多边形模型更加适用 干变电站布局规划,以沈阳市实际情况 为例,终期规模新建66千伏变电站63 座, 变电站布局完成后, 变电站平均负 载率下降了6%,逐步远离了52%的安 全上限;单位负荷供电成本下降幅度也 达到了20%,模型的应用取得了比较好 的效果。

四、应用前景分析

通过本次研究证明, 泰森多边形模 型经过部分改进,可以很好的适用干电 力设施布局分析,以此为鉴,相信在类 似的如热源、基站等基础设施布局规划 中,模型也必将发挥更大的作用。应用 该模型讲行基础设施规划,将有效改变 "布局分析靠经验、设施随着项目转" 的被动局面,显著提高规划水平和成果 的科学性。

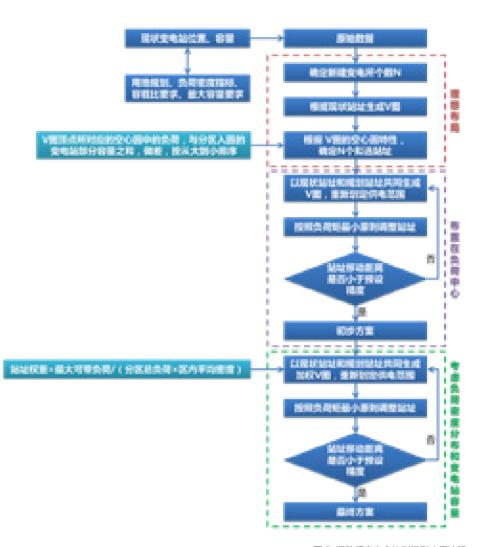


图 5 调整后泰森多边形模型应用流程

户间传热的实验研究与 DeST 模拟分析

摘要 伴随着分户控制和分户计量,产生了户间传热问题,由于其存在的动态性和不确定性,难于精确计量,因此成为计量供热中的一大技术 难题。本文通过实验数据验证了 DeST (Designer's Simulation Toolkits)模拟计算户间传热问题的可行性和准确性,后续可以将其 作为定量分析户间传热问题的有效手段。

一、引言

热需求,确保热量的有效供给,从而减 自身的舒适性要求调节室温,导致相邻 户间传热的可行性和准确性。 住户的室温存在差异,继而通过建筑结 二、研究方案 构发生户间传热。

难。DeST(Designer's Simulation 一步使用DeST软件建立对应模型,模 12~24层、32层所有住户均供暖,其

Toolkits)是一款广泛用于建筑热环境 拟计算耗热量和室内温度数据,并对实 分户计量能够满足用户的个性化用 设计模拟分析的软件平台。本文在现场 验数据和模拟数据进行对比分析。 实验的基础上,使用 DeST 软件进行模 少能耗。随之而来的问题是,用户根据 拟对比分析,验证 DeST 软件用于研究

度下降和耗热量增加,又由于其难以精 住建筑为研究对象,现场监测户间传热 个区,标准层平面图(图1、表1)。 确计算,给计量供热带来了很大的困 影响下的耗热量和室内温度数据;再进

1. 现场实验简介

(1) 建筑概况

实验建筑位于哈尔滨市区。该建筑 满足相关节能设计要求,建筑热工参数 设定存在非供暖住户和用户自主调 见表 1。 建筑高 32 层, 分 4 个单元, 户间传热势必导致失热住户的温 节2种户间传热情况,以哈尔滨市某居 采用低温地板辐射供暖,供暖系统分3

实验建筑5层、6层部分住户供暖,

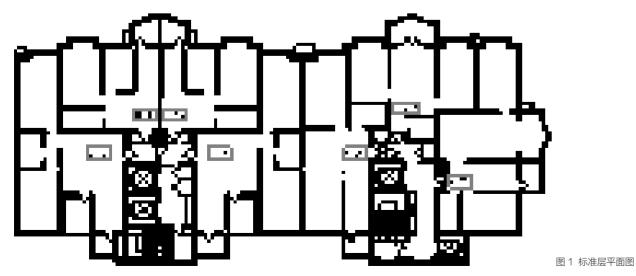


表 1 建筑热工参数表 mm

外墙	构造	混合砂浆 20;陶粒混凝土空心砌块 200(钢筋混凝土剪力墙 200);胶黏剂;聚苯板 100;聚合物砂浆压入玻璃网格布;涂料面层		
ブロ	传热系数	0.389 W/m ² ⋅ K		
屋顶	构造	C20 细石混凝土掺防水剂 40;双向钢筋网片;石灰水泥砂浆 10;沥青油毡 2;水泥砂浆 20;水泥珍珠岩 30;挤塑板 100;沥青油毡 1;水泥砂浆 20;钢筋混凝土 120;混合砂浆 20		
	传热系数	0.29 W/m ² · K		
地面	构造	水泥砂浆 20;钢筋混凝土 120;聚苯板 120;素土夯实 300		
地田	传热系数	0.297 W/m ² · K		
隔墙	构造 混合砂浆 20;陶粒混凝土空心砌块 200;混合砂浆 20			
PPE 4回	传热系数	1.549 W/m ² · K		
楼板	构造	水泥砂浆 20;钢筋混凝土楼板 120;水泥砂浆找平 20;聚氨酯防水层 1.5;聚苯板 20;真空镀铝聚酯薄膜 0.2; 细石混凝土 60;水泥浆一道(内掺建筑胶);水泥砂浆结合层 20		
12.114	传热系数	1.250 W/m ² · K		
外窗 传热系数 2.0 W/m ² ・K		$2.0\mathrm{W/m}^2\cdot\mathrm{K}$		
外门、阳台门连窗	传热系数	1.5 W/m ² · K		

余层住户均未供暖。实验期间房主尚未 入住。

(2) 实验主要设备

逐日的实际耗热量。最大流量 7.0m²/ 10min。 h、最小流量 0.07m²/h, 允许温度范围 4~95℃、允许温差范围 3~70℃,户用热 量表精度等级为2级。

热量表: 热量表用于测量供暖住户 ≤ 0.3 ℃, 自动储存数据的时间间隔为 图 3、表 2、表 3)。

2. 建立 DeST 模型

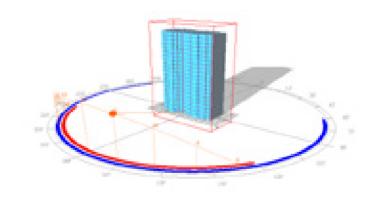
建筑模型立体图见图 2,相应参数 设置见表 2。实验建筑中不存在人员热 不采暖的情况,选择 3 单元和 4 单元中

温度自记仪:温度自记仪用于测 扰、灯光热扰和设备热扰,主要设置包 量住户内各房间及室外的逐时温度。 括建筑构件设置、房间功能设置、换气 量程范围: -30~50 °C; 测量精度: 次数设置及室外气象参数设置等(图2、

3. 工况设计

(1) 存在非供暖住户工况

针对实际情况中, 存在用户供暖期



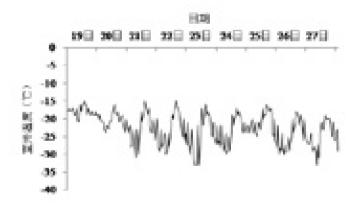


图 2 建筑模型立体图

图 3 室外温度

表 2 建筑模型参数设置

设置类型	主要内容				
建筑构件	外墙、内墙、楼板、楼地和屋顶等围护结构构造以及门窗材料, 按照表 1 中的建筑热工参数进行设定				
房间功能	房间类型和供热系统的设定,结合实验情况具体设定				
换气次数	换气次数见表 3				
室外气象参数	实测数据导入 DeST 软件的气象数据库,如图 3 所示				

表 3 通风参数设置

7.0 2	
通风类型	换气次数 /h ⁻¹
北向房间与外界通风	0.8
南向房间与外界通风	0.5
阳台与外界通风	4.0
阳台内门与室内通风	0.5
住户内房间相互通风	2.0
楼梯间与门厅通风	2.0

的 4~7 层全部住户为研究对象,供暖住 将住户的实际日耗热量换算到对应室外 户与非供暖住户的组合情况见表 4,以 设计温度 -26℃和室内设计温度 18℃下 10,12,13层部分住户作为对照组(表4)。 的标准日耗热量,得到住户的耗热量。

(2)用户自主调节工况

根据用户自主调节习惯,简化设计 2种自主调节的工况,研究个别用户自 主调节、相邻住户不调节情况下的户间 传热问题。工况1:08:30-11:30和 13: 30-17: 00, 2个时间段供热系统 关闭, 其余时间段正常供暖: 工况 .2: 08: 30-17: 00 供热系统关闭, 其余时 间段正常供暖。

对象,对住户31601,31604和41603 室内温度情况(表5)。 按照工况1和工况2进行调节。

三、数据分析

对温度数据进行处理,将各个房间 的温度按面积进行加权平均,得到住户 的室内温度;对耗热量数据进行处理,

1. 供热系统稳定性分析

实验前完成规范热量表安装、布置 温度自记仪、水力热力平衡工作,并对 整个供热系统讲行调试和评估。

对室外温度及住户室内温度讲 行监测,室外日平均温度波动范围 为-19.48~-24.26℃,各住户室内日平 均温度波动很小,波动幅度均在 0.89℃ 以内, 基本保持恒定, 表明供热系统运 选择 15~17 层的所有住户作为研究 行稳定,能够满足实验要求。典型住户

2. 存在非供暖住户情况下的数据 分析

DeST 模型中供暖与非供暖住户的 分布依据表 4 设定, 供暖住户的室内温 度依据实验数据设定,相邻的非供暖住

户设定为非空调房间,从而能够计算得 到供暖住户的耗热量及非供暖住户的室 内平衡温度,再模拟数据与实验数据进 行对比分析,分析结果如下。

(1) 非供暖住户室内温度的对比分析 图 4 和 图 5 分 别 为 非 供 暖 住 户 X30501 和 X30504 室内温度的模拟数 据和实测数据以及室外温度逐时值。

从图 54,65 可以看出:非供暖住 户 X30504 和 X30501 平衡温度的模拟 值与实测值非常接近, 平均值误差分别 为 0.18, 0.27℃;逐时变化规律趋于一 致,与室外温度变化规律相似,但是存 在一定延迟, 反映了建筑的热惰性。这 一结果表明 DeST 软件能够准确模拟非 供暖住户在户间传热影响下的室内平衡

> (2)供暖住户耗热量的对比分析 图 6 为供暖住户存在户间传热和不

≢ 4	供暖住户与非供暖住户组合情况
4 × 4	洪吸江厂一小,洪吸江厂组口用 儿

楼层	3 单元					4 单元	
F7	X30701	X30702	X30703	X30704	X40701	X40702	X40703
F6	30601	30602	X30603	X30604	X40601	X40602	X40603
F5	X30501	30502	30503	X30504	40501	40502	40503
F4	X30401	X30402	X30403	X30404	X40401	X40402	X40403

表 5 典型住户室内温度

典型住户	测试住户	室内日平均温度	户间传热导致的温降或温升
不存在户间传热的正常供暖住户	13 层 15-17 层	19.98~21.96℃	
	4-7层		2.55~6.25℃
存在户间传热的供暖住户	12 层(仅存在楼板间传热)	18.38~20.07℃	1.02~3.51℃
不存在户间传热的非供暖住户	10 层 28 层	-2.93~0.20℃	
存在户间传热的非供暖住户	4-7 层	0.25-8.95℃	4.41~10.16℃

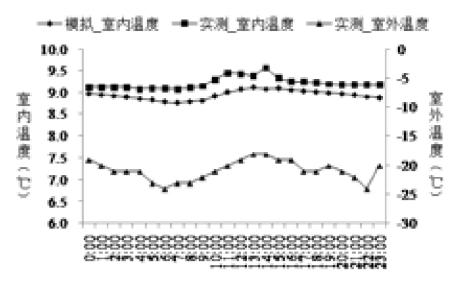


图 4 住户 X30501 室内温度的模拟数据和实测数据以及室外温度

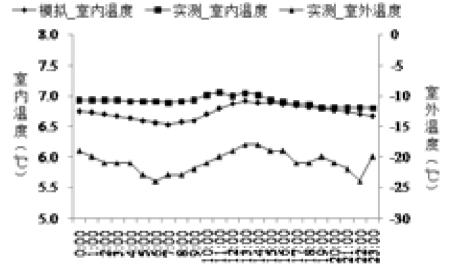


图 5 住户 X30504 室内温度的模拟数据和实测数据以及室外温度

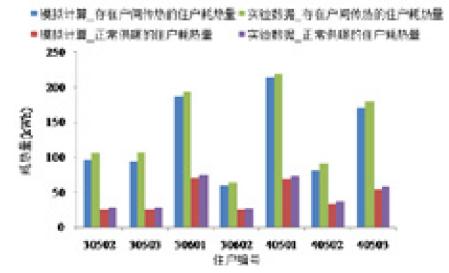


图 6 实测和模拟耗热量对比图

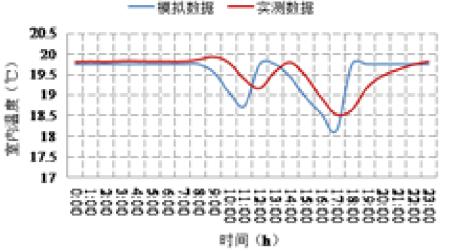


图 7 工况 1 室温逐时变化

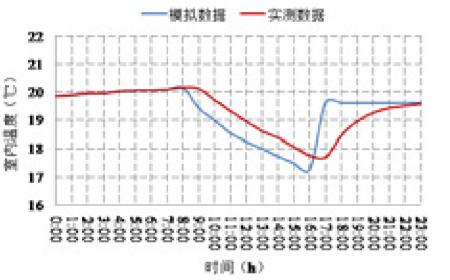


图 8 工况 2 室温逐时变化

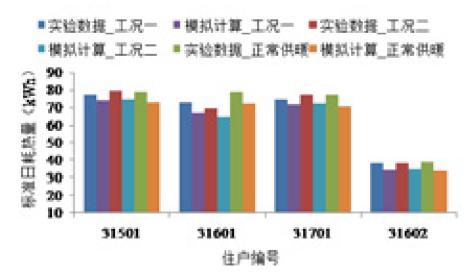


图 9 自主调节工况耗热量对比

存在户间传热 2 种情况下实测和模拟耗 发现,相邻住户的室温受住户自主调节 热量对比图。

由图 6 可见,模拟计算得到的耗热 量数据与实测数据相差不大,模拟数据 普遍比实验数据小5%左右。原因可能 是采用 DeST 软件计算带来的误差,包 括计算方法、参数设置、模型绘制等: 也有可能来自实验数据的误差, 包括热 量表精度、读数误差等。

3. 用户自主调节情况下的数据分析

DeST 模型中自主调节供暖住户的 室温按照实测数据设定,通过作息的设 置实现2种工况的供暖启停,从而能够 计算得到自主调节住户及其相邻住户的 室温变化及耗热量情况, 与不存在户间 传热情况下的数据相比较,可得到用户 自主调节对相邻住户的影响情况, 再将 模拟数据与实测数据进行对比分析,结 果如下。

(1)室内温度的对比分析

从实测数据和模拟计算数据均可以 2.2%。可见,用户自主调节情况下的户

的影响不大,其室内温度并无明显变化, 故不再列举具体数据进行说明。

图 7,8显示了住户 31601 在 2 种 自主调节工况下的室温逐时变化。

从图 8,9可以看出,模拟计算得 到的温降值与实测数据几乎一致, 两者 的差值≤ 0.45℃。但是,模拟计算得到 的逐时温度变化曲线有一定程度的失真, 温降和温升过程都要快速很多,对放热 和蓄热过程的体现存在一定欠缺。

(2) 耗热量的对比分析

图 9 显示了住户 31601 在 2 种自主 调节工况和正常供暖时实测和模拟耗热 量的对比。

图 9 数据显示, 在 2 种自主调节工 况下, 住户 31601 标准日耗热量减少 百分比分别为 7% 和 10.5%, 而其相邻 住户的标准日耗热量增加不大,如住户 31501 在 2 种工况下分别增加了 1.4% 和

间传热量较小,与存在非供暖住户情况 下的户间传热量相比,可忽略不计。

四、结论

实测研究及 DeST 模拟分析表明 DeST 能够准确模拟户间传热的热平衡 过程,可以计算出房间的平衡温度及户 间传热量,只是室温响应有些"快", 对建筑物热惰性的反映存在一定欠缺。

用户自主调节情况下,短时间停止 供暖导致住户的温降较小,户间传热温 差较小,户间传热问题并不突出。户间 传热问题的研究应侧重于存在非供暖住 户情况下的户间传热问题。

利用 DeST 可以实现对户间传热问 题的定量分析,可以从设计角度研究户 间传热对供暖住户设计负荷的影响,从 运行角度研究户间传热对供暖住户供暖 季累计耗热量的影响, 从分户计量角度 研究户间传热对热费结构的影响等,后 续可将其作为户间传热问题研究的有效 手段之一。

国外雨洪管理技术实践对北方海绵城市建设启示

—以沈阳雨水利用综合规划为例

王媛媛 景洪兰 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 针对日益频发的洪涝灾害、水质污染、河道断流的水环境现状,笔者对国内外城市雨洪管理方面的"低影响开发技术"、"水敏性城市 设计"、"健全水循环体系"等理念和技术进行深入分析和总结,寻求改善水环境的管理对策。依据北方城市的特点,本文对低影响开 发雨洪管理技术讲行改讲优化,提出以"回渗"和"利用"为主的雨洪利用规划方案,建立本土化的、生态型的海绵城市体系。本研究 以沈阳市为例,通过在沈阳市交通、绿地、水系和小区等规划建设中采用提高土壤入渗量、调节洪峰、小尺度空间调控等工程技术措施, 具体研究沈阳市雨洪利用的实践方案,构建沈阳市"海绵综合体",从而实现排水防涝、涵蓄水源和美化景观的效益,并为北方城市雨 洪管理提供新思路。

一、引言

在新型城镇化背景下,"生态城市"、 "低碳城市"、"绿色城市"等理念已 逐渐深入人心,建设环境友好型城市已 成为城市规划工作者的共识, 但我们国 家有面临着这样的尴尬局面,我国还是 水资源短缺国家, 在缺水的同时, 夏季 又受到洪涝的威胁,各城市投入大量资 金兴建防洪防灾设施和改造排水系统, 把宝贵的雨水资源排出,但在干旱时又 要耗费浇灌。在资源型缺水和水质型缺 水的交互作用下,原来的水生态平衡被 打破,形成了更为复杂的生态型缺水状 态。弹性"海绵城市"建设能够修复城 市水生态、涵养水资源,增强城市防涝 能力,恰好能解决这一难题。2014年 10 月, 住房和城乡建设部发布了《海绵 城市建设技术指南——低影响开发雨 水系统构建(试用)》,2015年1月国 家启动的嘉兴、厦门等16个海绵城市试 点建设正如火如荼的进行,但由于我国 城市间自然环境、经济发展、城市建设 体制等差别很大,不能简单依据技术指

南来建设海绵城市,海绵城市的建设还 需要很多深入理论和实证研究。本文在 调研国内外城市雨洪利用研究现状及发 展趋势的基础上,以沈阳市为例,以绿地、 水系等自然要素构建"海绵城市",建 立城市雨洪调蓄系统,探索适应北方城 市雨洪管理要求的雨水资源化景观途径。

二、国外雨洪管理理念解析

从上世纪80年代开始,世界各国 就开始探索雨水资源化利用的工程措施, 美、澳、日等发达国家提出了"低影响 开发技术"、"水敏性城市设计"、"绿 色市政基础设施"等雨洪利用理念,参 考国外城市雨水管理措施, 研究海绵城 市与雨水管理的对位关系,为推动海绵 城市建设提供参考。

雨水最佳管理实践(BMPs)是上 世纪九十年代末期由美国推出的概念, 强调自然机制在城市中作用,采用多功 能调蓄设施缓解城市内涝问题,但这一 控制管理体系 BMPs 暴露出诸多的弊端, 特别是在城市空间相对狭小、城市建筑 密集的区域,大规模调蓄设施难以建设。

低影响开发技术应运而生, 它结合当地 现有的环境条件,通过分散的、小规模 的源头控制机制和设计技术, 使开发区 域尽量接近于开发前的自然水文循环状 态,减少了环境影响。除此以外,美国 政府建立了严格的雨水收费机制,对贯 彻实行 LID 管理理念的工程项目给予奖 励,推动了新技术的发展与推广。

澳大利亚提出的水敏城市设计 (WSUD),遵循生态优先和整体优先 为原则,以水循环为核心,统筹考虑城 市水循环中的给水、污水和雨水等各个 环节,协调水生生态系统、径流控制和 经济发展之间的关系。以澳大利亚在停 车场、人行道设计为例,铺设透水砖, 修建地下蓄水管网,雨水收集后经过过 滤、沉淀、化学处理、生物处理等一系 列工序后雨水循环再生。

日本提出健全水循环体系是指在整 个流域内储存雨水、渗透雨水和培养城市 保水性功能,以流域为单位建立健全的水 循环体系。日本政府非常重视雨水利用, 在1992年日本颁布的"第二代城市下水 总体规划"中正式将雨水渗沟、渗塘及 透水地面纳入城市总体规划, 大型公共 建筑群必须设置雨水就地下渗设施,这 些设施大都在地下, 以节省地面空间。

三、对我国海绵城市建设启示

我国地域宽广, 自然条件差别大, 经济发展、城市建设体制等因素决定, 本研究参考国内外城市雨水管理措施, 笔者认为低影响开发雨洪利用体系比较 适应我们城市的发展,该体系以 LID 技 术措施为主,包括下凹式绿地、雨水花 园、渗透性铺装、花坛渗滤装置、植被 浅沟及人工湿地等生态化技术, 充分发 挥城市水系、道路、绿地对雨水的吸收、 调蓄和缓释的作用,从源头上对雨水径 流量和污染物进行控制。雨水通过绿地、 诱水性铺装、渗水管等渗透设施将雨水 回补地下,涵养地下水资源。低影响开 发技术对调节、补充地区水资源和生态 环境起着极为关键的作用,城市建设通 过纳入低影响开发设施,构建低影响开 环境现状。

四、海绵城市建设规划保障策略 探讨

1. 沈阳市排水系统概况

沈阳市作为辽宁省的省会, 东三省 的主要经济中心, 国家中心城市却屡屡 经不起暴雨的考验,城市排涝设施老旧、 排涝系统不完善, 频频遭遇内涝的窘境。 2012年沈阳曾多次受到暴雨的侵袭, "6.2"、"6.26"沈阳暴雨,导致1人 遇难,交通瘫痪长达10小时,经济损失 数亿元。然而另一方面, 沈阳水资源分 布存在着显著的时空不均,是我国水资 源短缺城市之一,人均水资源占有量为 341m3,约是全省人均占有量的40%,全 国人均占有量的17%。在水资源严重短 缺和洪涝灾害频发的双重矛盾的背景下, 雨洪管理已成为当前沈阳市城市发展面 临的紧迫任务。

2. 城市雨水利用存在问题分析

目前沈阳市内涝频发,雨水利用

普及率较差,主要存在以下几个方面 的问题。

- (1) 地面硬覆盖增加导致雨水下 渗困难。在调研中发现由于城市的发展 建设,污水量增加,地面硬覆盖增加, 雨水下渗困难,径流系数由0.5提高至 雨水管理技术的选择应由城市自然环境、 0.6 ~ 0.7, 地表雨水量增加迅速, 大部 分雨水通过排水管网成为河道径流而无 法补充地下水。
 - (2) 雨水收集系统不完善导致雨水 资源被浪费。传统的雨水排放系统将汇 集的地面径流直接排入河道中, 合流制 区域内的雨水或溢流入河道, 或经污水 处理厂与污水一同处理后排入河道。
- (3)缺乏雨水利用标准和规范。建 设部和部分城市已经颁布了雨水利用的 相关法律条例,如建设部颁布的"绿色 生态住宅小区的建设要点和技术原则", 对雨水利用步入法制轨道起到了重要的 推动作用。但是随着雨水利用项目的增 多,一些新的问题接踵而至,城市的雨 水利用还处于探索阶段, 缺乏科学的规 发雨洪利用系统,可有效的改善城市水 范和标准,相关管理部门多导致的工作 效率低, 讨分追求直接经济利益等, 因 此亟待完善相关政策法规。
 - (4) 市民对雨水利用认识不足。目 前虽然人们的节水观念逐渐提升,但是 仍然没有从战略高度树立起城市雨水利 用的超前理念。市民对雨水利用的意义 认识不清晰, 节约资源、保护水环境的 意识比较差,公众参与意识淡薄。

3. 低影响开发雨洪利用技术在沈 阳市的应用

依据国外雨洪管理措施对我国海 绵城市的启示,以沈阳市为例,针对沈 阳市排水体统存在的问题, 沈阳在雨水 渗透规划、洪峰调节系统规划和小尺度 雨水设施规划三方面纳入低影响开发设 施,改善沈阳市对强降雨的应对机制、 提升处理能力,推进沈阳建设成为具有 自然积存、渗透和净化功能的生态海绵

(1)雨水的渗透规划

根据沈阳市实测雨洪资料分析, 城 郊非城市化地区降雨小干 100mm 基本 不产生径流,大雨的径流系数在 0.2 以 下。而城区内,由于城市化的作用,增 加了大量不透水地面,实测洪水的径流 系数一般为 0.4 ~ 0.5。依据《沈阳市绿 地系统规划》,结合沈阳市当前实际情况, 为了有效地利用雨水资源,避免由于雨 水快速排出所造成负面影响,采用渗水 管沟、渗水地面、渗水洼塘和渗水浅井 等设施增强城市雨水的渗透能力。

根据用地性质不同,合理布局下凹 式绿地(操场)、可渗透地面、透水性 停车场和广场,结合人工湿地、雨水调 蓄池等调蓄措施,就地拦蓄和储存雨水, 从而对开发地块的雨水径流量讲行控制。 新建地块的硬化地面中, 透水性地面比 例不应小于 40%, 采取的径流控制措施 因用地性质而异,如表1所示。

表 1 不同用地性质下径流控制措施

分割	类	用地性质	径流控制措施	径流系数 (开发前)	径流系数 (开发后)	
		教育用地	优先采用透水铺装、下凹式绿地 (50~100mm)、有条件区域可考虑	0.5	一年重现期	
1		绿地与广场用地	下凹式操场、雨水调蓄池	0.33	雨水不外排	
2		居住用地		0.61		
		公共管理与公共服务用地 (除教育用地)	优先采用透水铺装、下凹式绿地 (50~100mm)、有条件区域可考虑 雨水调蓄池	0.78	0.3	
		商业服务业设施用地	O. H. G. V. G. U.	0.82		
3		交通设施用地	人行道采用透水铺装,道路两侧绿化带 采用下凹式绿地	0.74	0.5	
4		工业用地、物流仓储用地、 特殊用地等	根据地块情况采取合理的径流控制措施	_	0.5	





图 1 全运南路机场高速立交雨水调蓄池(可否在图 1的左图中中增加引线标识出雨水调蓄池)

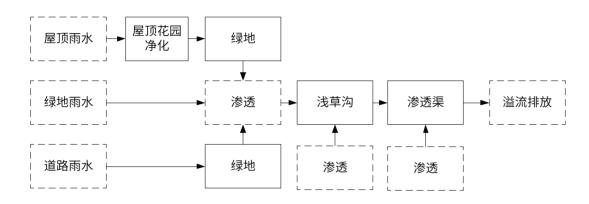


图 2 屋顶花园 + 浅草沟雨水集蓄系统示意图

(2)洪峰调节系统规划

沈阳市道路立交桥的主干道、下挖 提供水源。 式道路立交桥因道路坡度大, 夏季突发 暴雨时极易形成桥下积水,造成交通中 节规划, 利用现状或规划具有调蓄作用 流量暂存在其内, 待最大流量下降后, 排存蓄雨水,削减雨水汇流峰值,调蓄 期 20 年, 径流系数 1.0, 雨水调蓄蒸发 所示。该技术较符合沈阳的实际情况, 调蓄池收集的雨水不仅能够为桥区绿化 干旱少雨的城市。

养护提供充足水源外,还能为公园湖泊 五、结语

(3) 小尺度雨水调控设施规划

在小尺度空间如大型居住区、厂 断。因此可结合城市设计,进行洪峰调 区、学校等,这些建筑物具有建筑规模 相对较小、便于规划和改造、雨水径流 的河湖作为调节池,把雨水径流的高峰 污染较轻等特点,便于进行雨水调控设 城市沈阳地区的现状特点,对城市雨洪 施改造规划。结合当地情况,如空间、 再从调节池中将水慢慢的排入城市排水 水文、雨水水质,采用分散式、小尺 管道或明渠湖泊。洪峰调节规划以蓄代 度、环保型的雨水调控设施来削减雨水 设上已取得良好成效,但在建设实施上 径流,降低雨水冲刷地面、屋面造成的 池收集的雨水,不仅能够为桥区绿化养 水质污染,削减区域内雨季积水的问 护提供充足水源外,还能为公园湖泊提 题,生态环境也得到了改善。屋顶花园 供水源,在降低工程造价的同时又可以 + 浅草沟雨水集蓄系统在小尺度空间上 系统规划和综合防灾规划中,有序推进 增加水面、改善人们居住的环境。例如 应用前景广泛,值得推广,系统多安装 在沈阳市浑南新城内,在全运南路-机 于公共建筑场所及道路广场附近,通 场高速立交桥处设置雨水调蓄池,储存 过雨水的分散控制来缓解城市排水管 雨水,以便利用。其中立交区暴雨重现 网的负担,并涵养地下水资源,如图 2 量为 0.7m, 水深 1.5m, 如图 1 所示, 可广泛应用于以生态设为目标的北方 探索将低影响开发的雨洪系统成为生态

为了使城市在应对自然灾害方面具 有良好的弹性, 我国开始推行海绵城市 战略, 但是海绵城市的建设是一项系统 工程, 应根据城市特色确定切实可行的 规划方案和实施策略。本研究结合北方 利用进行了初探。目前低影响开发技术 在城市沈阳市的雨洪利用和海绵城市建 还存在一些问题。在海绵城市的建设中 应倡导整体优先原则,将雨水资源化理 念融入到城市设计、水系统规划、绿地 源头减排、过程控制、系统治理, 这对 城市的健康和可持续发展有重要的意义。 政府部门还应进一步完善城市雨水管理 信息建设,增强社会节约水资源、保护 水环境的意识, 调动各方积极性, 积极 海绵城市的重要组成部分。

沈阳市海绵城市建设实践经验探讨

姜月 殷殷 冯爽 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要,沈阳市是一个典型的地势平坦、水资源相对短缺的东北城市。建设具有自然积存、自然渗透、自然净化功能的海绵城市是生态文明建设 的重要内容,是实现水资源利用与保护、水生态修复、水灾害防治的重要途径与手段。沈阳市在进行生态文明城市建设的过程中,积累 了许多宝贵的经验,建设形成蒲河生态廊道、沈阳建筑大学、浑河城市段生态景观带、迎宾路高架桥雨水调蓄系统、沈阳市图书馆、白 塔公园等海绵城市成熟片区和示范工程。城市水环境质量逐年改善,浑河、蒲河等河流水质已基本恢复四类水体,地下水漏斗面积逐渐 减小,为进一步全面建设海绵城市奠定了良好的基础。

海绵城市建设的核心是构建"低影 漏斗面积逐渐减小,城区积水点逐步减 湿润大陆性气候,1986-2015年年平均 响开发雨水系统",通过对雨水径流的 少,海绵城市建设初见成效。 源头控制,维持和保护场地自然水文功 一、沈阳市概况 能,有效缓解城市内涝、削减城市径流 污染负荷、节约水资源、保护和改善城 南部,辽宁省的中部,处于东经 市生态环境。近年来, 沈阳市的建设项 122° 25′ 9″ —123° 48′ 24″, 北 目在规划设计建设中融入低影响开发理 纬 41° 11′ 51″ —43° 2′ 13″ 间。 念,城市水环境质量逐年改善,地下水 沈阳地区属于温带季风气候区湿润和半

降水量为 683.7mm, 年均降雨日数为 92 天,年均降雪日数为27天,降雨主要集 沈阳市位于中国东北地区的中在7、8月份,为沈阳市的主汛期。沈 阳市水系并不丰富,主要有浑河、蒲河、 南运河、新开河、卫工明渠、辉山明渠、 满堂河等河流,其中仅浑河和蒲河为大 型河流(图1、图2)。

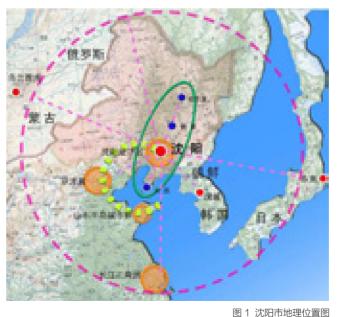




图 2 沈阳市中心城区现状水系分布图

沈阳市地貌以平原为主, 地势平坦, 全市平均海拔约 50m, 中心城区平均坡 度为 0.5‰。大部分土质渗透条件好, 横 贯市区及近郊区存在两条主要砂性土带, 浑河两岸漫滩基本由砂砾组成,为地下 的种植土和增设固土网,加强屋顶的水 原稻田区以种植稻禾为主、土地肥沃、 水强烈下渗地区, 为雨水的渗透奠定了 良好的天然基础, 有利干减缓和消除因 地下水过度开采造成的地下水漏斗问题。

随着沈阳城市化进程的推进, 硬质 路面、建筑等不透水硬覆盖率的增加, 改变了自然状态的雨水下渗,导致城市 建成区地表综合径流系数的提高、单位 别具特色的城市景观(图3)。 地表面积雨水径流量的增加。海绵城市 建设,加强采用城市径流雨水源头减排 环境。

二、建设实践案例

1. 海绵型建筑与小区建设

(1) 沈阳市图书馆

沈阳市图书馆新馆位于沈阳市"金 廊"南部、青年大街东侧,建成于2005年, 占地 3.97hm²。图书馆原用地为沈阳市 苗圃,绿化植被非常丰富,是保护较为 优良的一块城市绿地。为保留原来苗圃 地区的自然风貌, 营造优雅的环境氛围, 图书馆外部采用生态建筑的设计理念、 斜坡绿化屋顶的建筑形式。

图书馆绿色屋顶面积 9500m², 东 西长 156m, 南北最宽处为 100m, 最高 点 30.8m, 最低点 0m, 屋面倾斜度为

10°。考虑到图书馆的特殊功能和屋面 经济性及施工进度等多种因素,屋顶的 植物考虑种植草坪, 选用经过处理的腐 殖土为植载介质。此外,采用300mm 土保持,保障屋顶绿植的生长环境。

大面积屋顶绿化的一次工程尝试。屋顶 野草及农田林网等乡土景观的生产性 绿化节能环保,有效渗滞、利用雨水资源, 形成良性的水循环系统, 既增加了城市 绿化面积,又缓解城市热岛效应,形成

(2) 沈阳建筑大学

沈阳建筑大学位于沈阳市浑河南 的措施,有效降低了地表径流系数、减 岸,占地 1km²,建筑面积 48 万 m²,于 缓径流峰值、削减径流污染负荷,同时 2003年建成。校园位于浑河水系冲积而 节约水资源,保护和改善了城市的生态 成的浑河平原上,地形平缓,整体地势 东高西低、南高北低。整个校园的建 设体现了以人为本、与自然和谐共生 的理念,通过建设下凹式绿地、人工 湿地及保留原生态稻田等多种方式打造 海绵校园。

> 校园内建设大量下凹绿地及透水性 广场, 收集周边道路及广场的雨水并下 渗,一方面保证广场路面在雨量增加时 不积水,另一方面将雨水资源收集后再 利用,从而实现建筑与绿地雨水不外排 (图4)。

> 大型人工景观湿地,位于校园西南角, 地势比较低洼。湿地主要分为四大功能区: 生活污水前期处理区域、湿地植物处理区 域、泽地植被雨污处理区域和湿地景观区。

湿地通过收集地表径流、调蓄雨水流量, 净化雨水水质的同时修复生态环境,提 高了园区的景观环境(图5)。

校园生态稻田位于校园西南角, 地下水为较高,生态本底条件优渥, 沈阳市图书馆绿色屋顶是北方地区 生态稻田保留原始稻田,建成以水稻、

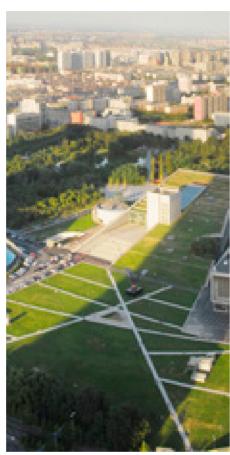


图 3 沈阳市图书馆



图 4 沈阳建筑大学——透水广场



图 5 沈阳建筑大学——人工湿地



图 6 沈阳建筑大学——生态稻田



图 7 中德(沈阳)高端装备制造产业园——华晨宝马铁两厂区鸟瞰图

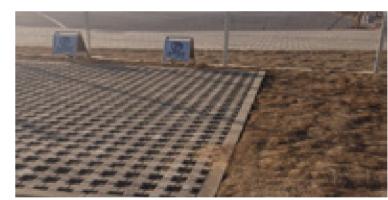


图 8 中德 (沈阳)高端装备制造产业园——华晨宝马铁西厂区生态停车场



图 9 中德(沈阳)高端装备制造产业园——华晨宝马铁西厂区渗水沟

开放空间园区。生态稻田的储水深度约 700mm, 最大储水量约 7200m3。生态 稻田周边场地雨水经收集后通过植物根 系净化,最后蒸发和下渗补给地下水。 当雨水不能满足稻田灌溉时, 水泵将校 园中央水系水抽到稻田西北侧的水渠中。 当田间水量超过水稻需求时, 多余的水 由稻田区地势较低的东南侧排水口排出, 讲入校园排水系统(图6)。

校园通过低影响开发建设,大学建 校至今从未发生内涝积水问题。校园环 境建设项目获得了国家 2008 年中国人 居环境范例奖。

(3)中德(沈阳)高端装备制造产 业园——华晨宝马铁西厂区

中德(沈阳)高端装备制造产业 园——华晨宝马铁西工厂位于沈阳市西 部, 厂区建于 2012 年, 占地 89.6hm², 排水系统设计重现期为100年。厂区 海绵城市建设主要采用下凹式绿地、生 态停车场及雨水调蓄水池等低影响开 发措施。

厂区绿地率为15%,其中下凹式绿 地比例达到 95%, 下凹深度为 8 cm。生 态停车场全部采用植草砖铺筑,面积约 0.7hm²; 人行道全部采用透水砖等铺设, 面积约 0.3hm²。厂区基地全部采取砂石 换填,极大提高了地表的渗透性能,形 成以渗透为主、管道排放为辅的排水体 系。在排水系统末端建设雨水调蓄池, 容积为 2.5 万 m³, 雨水经收集后用于厂 区绿地浇洒及道路清洗等(图7、图8、 图 9)。

2. 海绵型道路建设

迎宾路高架桥雨水调蓄系统:迎宾 路高架桥雨水调蓄系统建设于2014年, 与迎宾路高架桥快速路同步施工。考虑 到高架桥雨水收集及利用,在勘测高架 桥区地质条件后,于高架桥桥下设置10 座雨水蓄集池,其中,1座为雨水收集池、 其余9座为渗透池。

雨水池为模块式蓄水池,采用地 埋式设置,水池容积30立方米,尺寸 6.4m×2.7m×1.77m。高架桥桥面雨水



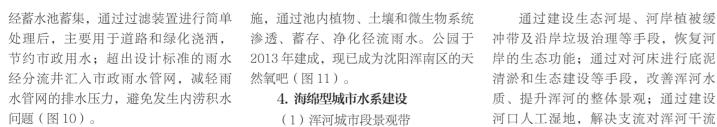


图 10 迎宾路高架桥雨水蓄水池现场施工图





图 11 白塔公园生态池



3. 海绵型公园建设

南区,占地面积 32.5hm²,其中:绿地 沿岸污水乱排、底泥污染及硬质堤岸等 面积 20hm²,铺装面积 7.5hm²,水面面 诸多问题,浑河城市段水生态系统处于 积 5hm², 绿地率 62%。园区地势北高南 不健康状态, 极大影响河流两岸居民的 低, 天然水系白塔河顺势流经公园。

性的设计原则,建设了密林、折线河道、 建设和支流河口污染控制等一系列水生 桃花谷及白塔寺庙等多处景观。园区通 态改善和可持续发展的措施,对浑河进 过建设梯形草坡和网格状公园路,降低 行生态恢复及景观改造。到2012年, 地表径流径流系数,提高场地的下渗能 浑河城市段打造成一个自然的、自我调 生活污水、净化入浑河的支流水体, 力。公园中建设生态池作为生物滞留设 节的水生态系统。

4. 海绵型城市水系建设

(1) 浑河城市段景观带

浑河是沈阳市"银带"景观带,是 的水体污染问题。 白塔公园: 白塔公园位于沈阳市浑 沈阳的"母亲河"。改造前的浑河存在 生活。浑河城市段综合改造提升工程于 木栈道 1.5hm2, 新建透水性塑胶健身 公园按照节约能源、激发生物多样 2003年开始,通过河岸恢复、河床生态

通过建设生态河堤、河岸植被缓 清淤和生态建设等手段,改善浑河水 质、提升浑河的整体景观;通过建设 河口人工湿地,解决支流对浑河干流

项目在保留原有树木的基础上, 增植地被花卉及草坪约 46hm2, 绿地 局部下凹 100 ~ 200mm, 改建现状护 岸为生态景观护岸,新建河边及林下 跑道 7.5km, 提升改造广场透水铺装 10hm², 增设道路植草沟, 新建生态停 车场等,渗蓄、净化雨水。建设支流—— 辉山明渠河口湿地污水处理厂,处理 浑河沿岸的生物多样性得到恢复、生









图 14 浑河支流——辉山明渠河口湿地



图 15 蒲河生态廊道——珍珠湖

的河口湿地景观。浑河沿岸改造后, 图 13、图 14)。

(2)蒲河生态廊道

和排涝灌溉主要渠道,2010年4月启动 的基础(图15)。 蒲河生态廊道建设, 历时三年, 总投资 三、结语 31.97亿元,通过重点实施水利、环保、 等六大工程,完成蒲河全流域的综合治 园绿地系统、道路系统及建筑与小区中, 理改造。

公里的水面相连,水面面积增加约 市建设的雏形,仍需进一步实践及完善。

态系统稳定性增强, 并形成独具特色 河流调蓄能力。两岸新增绿地 65km², 建设多处湿地景观,有效减少地表径流、 满足军民休闲、健身、亲近自然需要, 削减河道洪峰流量;减少硬质护岸,采 是沈阳市生态良好的绿色长廊(图12、 取自然亲水的大缓坡种草的生态护岸方 式,提高了蒲河沿岸雨水下渗能力,补 给地下水。河流污染基本得到了控制, 蒲河发源于辽宁省铁岭县横道河 全线干线已消除劣 V 类水质。蒲河生态 集和技术导则以及相关配套政策等,为 子乡想儿山,全长205km,沈阳段长 廊道建设获得2012年中国人居环境范 海绵城市建设提供技术支持和政策保障。 179.7km。蒲河是沈阳市北部重要水系 例奖,为沈阳市海绵城市建设奠定良好

绿化、道路、村庄环境治理、景观节点 面已经积累了大量经验,在水系统、公 渗透、自然净化功能的海绵城市。 海绵型设施以"渗、滞、蓄、净"为主、 经过生态改造, 蒲河全线近180 "用"为辅, 基本形成了沈阳市海绵城 13km², 蓄水量增加 3000 万 m³, 增强了 海绵城市的建设并非一劳永逸, 市政基

础设施"重建轻管"、后续投入不足、 管理维护不利的现象普遍存在。为保证 海绵城市建成后能够持续良好的发挥功 效,需要配备相应的监测手段对建设效 果进行监测和评估,并做好设施的维护 管理;加快出台海绵城市标准规范、图

海绵城市的建设任重而道远, 应结 合各地的资源与地域特点,进行科学的 规划和设计, 因地制宜的布设低影响开 沈阳市的海绵城市建设工程实践方 发设施,建设真正具有自然积存、自然

沈阳市排水防涝综合规划研究

苗伟 冯爽 殷殷 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 随着城市化进程的快速进行和极端天气的增加,影响城市安全的内涝问题日益受到公众的广泛关注。传统的排水规划已经不能完全满足 现状城市安全的需要,顺应时代要求,编制更高标准的城市排水防涝规划就显得尤为重要。本文以沈阳市排水(雨水)防涝综合规划的 编制为例,进行总结和思考,以期为今后同类规划的编制提供一些参考和借鉴。

一、引言

降水超过城市排水能力致使城市内产生 积水灾害的现象。随着城市化进程的快 速推进,城市内涝问题已经成为威胁城 市安全的重要问题之一。2008-2012年 经济损失数亿元。 间, 我国 351 个城市 62% 发生过内涝, 内涝灾害一年超过3次以上的城市就有 居住环境、保障城市安全运行,沈阳必 不彻底地区高达55%,雨季混合污水直 137个,为市民的正常出行带来了很大 不便,造成经济损失的同时,甚至威胁 到市民的生命安全。而在常规的城市排 水规划中,超出排水系统设计标准的暴 雨是不被考虑的,这显然不符合新形势 下人们对城市安全的要求, 因此, 迫切 需要编制更高标准的城市排水防涝规划。

沈阳市位于辽宁省中北部,处北温 带季风区, 受季风影响, 沈阳主要气候 特点是四季分明、降雨集中, 年降雨量 平均为721.9mm,主要集中在夏季的七、 八月份, 且降雨雨型多为短历时高强度 暴雨。

近年来, 沈阳加大了排水设施的规 划建设力度,城市水环境质量有了较大

城市内涝是指由于强降水或连续性 增多,沈阳市也多次出现了较为严重的 念,运用先进的理念方法、系统的对排 内涝积水问题。2012年6月2日,6月 水系统进行规划设计,从根本上解决内 26日,沈阳暴雨,老城区内涝积水严重, 涝问题。 最大积水深度近3米,交通瘫痪10小时, 二、沈阳市排水现状及存在问题研究

> 为了切实解决城市内涝、改善市民 须全面审视既有排水系统, 以科学发展

的改善,但由于气候变化导致极端天气 观为指导,改变传统的排水系统设计观

1. 雨污混流现象严重

沈阳市合流制地区占比28%,分流 排水体现象极其严重(图1)。合流制

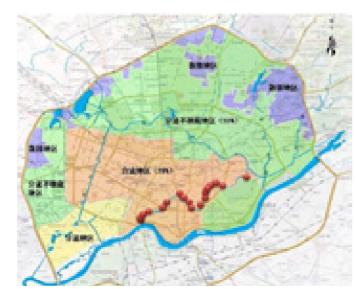


图 1 排水体制分区图

地区沿城市内河沿线分布多处溢流口, 由于早期合流管道设计截流倍数仅为2. 规模的扩大,污水量大幅增加,原有合 排放(图3)。 流管道截留倍数大幅下降,进一步降低 雨季雨水排除能力。并且污水从溢流口 溢出,对南运河等城市内河景观造成了 破坏。分流不彻底地区雨水污水管道相 互混接, 雨季混合污水经泵站提升, 直 接排入新开河, 造成水系污染, 并有雨 水混讲污水管道,排入污水厂,增加污 水厂负担。

2. 系统设计标准较低

沈阳现状排水系统设计建设较早, 受当时经济条件限制,设计标准为0.33 年一遇, 近期建设的排水管道设计标准 接近 0.5 年一遇,新区的设计标准多为 1 年一遇。

目前的排水管网中,约78%的管网 仅能抵御 15mm/h (重现期 0.33 年)以 下的降雨(图2),且管线存在老化、 淤堵等问题, 太原街等地区部分管线建 设于日伪时期,已运行近百年,管线管 径偏小、老化、漏损严重。排水泵站也 存在能力不足问题, 如五爱泵站建设于 1976年,设计能力8.1立方米/秒,其 汇水面积为32平方公里,按照一年重现 期设计标准, 其设计流量应该达到 48 立 方米/秒,远远超过现状泵站排水能力; 同时,沿浑河泵站,仅工农泵站具有强 排能力,目前已出现雨季泵站雨水受浑 河顶托出现排水不畅问题, 当浑河汛期 高水位时,增加内涝风险几率。

3. 水系出口能力不足

城市建设中对原有水系, 坑塘的侵 占、填堵,雨水调蓄能力也大大减弱, 导致作为排水出口的水系断面变小,水 位增高,直接影响到雨水的排放。如新 开河下游穿越于虎铁路节点现状过水能 力仅8 立方米/秒, 而上游来水达到 28 立方米 / 秒, 经常存在漫滩危险, 水利管理部门雨季重点盯防, 要求沈阳 市水务集团排新开河泵站不可同时完 全启动,因此,新开河上游多处地区因

下游泵站出口不畅导致积水。其它辉山 不够, 道路最低点未设置雨水口, 或者 明渠、七二四明渠等水系, 现状过水断

4. 设计精细程度较低

以往的排水工程施工设计,精细度 成积水。

数量不够, 收水能力不强: 沿河道路路 应对降雨能力较弱。随着城市开发建设 面达不到远期排水要求,影响雨水正常 边石与绿化将道路与河流完全隔离,地 面雨水无法自流排入水体, 当道路管线 排水能力不足, 泄水缓慢时, 低洼处形

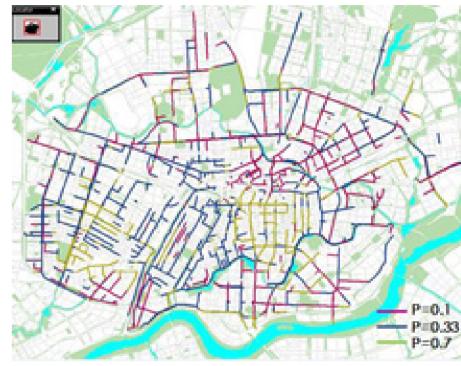


图 2 排水管道现状排水重现期评估图

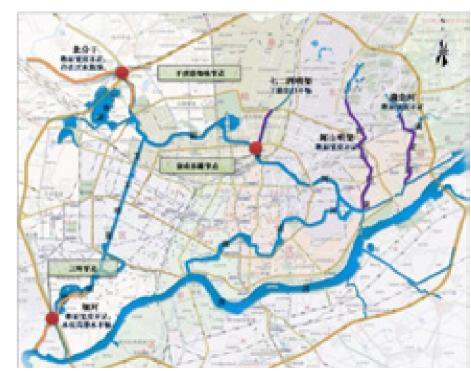


图 3 现状水系排水瓶颈示意图

三、规划思路及创新

1. 规划思路

针对沈阳市排水系统现状存在的问 题,改变以排为主的排水系统规划建设 模式, 按照"渗蓄、排水、防涝、管理" 相结合思想,采取"雨污分流、源头挖 制、提高标准、疏治水系、重点突出、 建管并举、完善法规、预报引导"的"八 大策略",解决城市内涝积水与水系污 染问题。

具体体现为建设四套排水相关系统, 解决内涝问题,包括:

- (1)渗蓄系统:借鉴低影响开发理 念,采用低势绿地、透水铺装等措施对 小区和道路进行雨水渗蓄, 从源头上实 现雨水径流减量控制和利用。
- (2)排水系统:按照高标准规划建 设及改造雨水管道、泵站及城市内河等 系统,设置强排泵站,完善城市排水系统。
- (3) 防涝系统:结合城市绿化带、 广场、公园、道路等设施,规划建设超 出雨水管网接收能力的涝水蓄滞、排除 设施,减轻城市内涝灾害。按照防洪规 划标准综合治理防洪河道,保障中心城 防洪安全。
- (4)管理系统: 合理安排建设时序, 制定暴雨时的交通导改方案, 完善法规 和标准, 在规划设计、审批、验收以及 运行维护等各环节加强精细化管理。

2. 规划创新

(1) 在规划内容方面, 突破传统排 水规划研究范围

为了更好的实现对暴雨径流的有效 管理,本次规划突破以往排水规划只关 心市政排水系统的传统, 关注排水系统 的全过程,包括地块雨水源头控制、管 线与泵站规划、水系出口规划等。同时 规划中还增加了管道能力评估、内涝风 险评估、涝水行泄通道规划、与防洪设 准、管道和泵站建设标准及城市内涝防 施衔接、交通导改方案制定等内容,保 治标准。 证了规划内容的完整性。

(2) 在规划理念方面,采用低影响 开发、大排水系统等先进规划理念

内外先讲的排水设计理念接轨。在雨水 源头治理方面运用了低影响开发理念, 力求降低雨水外排量,确保地块开发后 径流量不增加。在制定排涝方案时,充 分借鉴了大排水系统的理念, 灵活运用 水系、坑塘、低势绿地、道路等布局涝 水行泄通道及蓄滞空间, 多手段并举, 解决涝水排除问题。

(3) 在规划方法方面,采用排水模 型等创新规划方法

本次规划采用了计算机雨洪模型, 实现由恒定流计算向"非恒定流"技术 的突破。通过雨洪模拟技术能够真实反 映降雨过程中地面、管网的水体流动状 态,科学诊断排水系统存在的问题,实 现防洪排涝系统的准确校核,提高排水 系统的精细化设计水平。

(4) 在规划操作方面, 注重规划的 可实施性和实施效果

本次规划尤其重视规划的可实施性, 规划对沈阳市现状积水区域、积水深度讲 行分析,提出对积水危害大、社会影响广 的金廊地区、太原街商圈、公铁桥等地区 进行重点改造, 于近期实施。并将拟规划 实施的管线、泵站录入雨洪模型进行校 核,根据模拟效果进行方案优化。

规划重点区域雨水干线进行了选线, 选线尽可能避让沈阳市近三年已建设道 路,减少已建道路"马路拉链",并与 近期建设道路紧密结合;同时考虑道路 现状管线平面、竖向空间, 合理确定管 线走向、线位、埋深,保证了管线系统 的顺利实施。

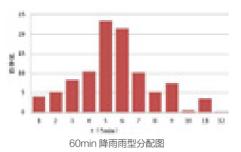
四、沈阳市排水(雨水)防涝综合 规划主要成果

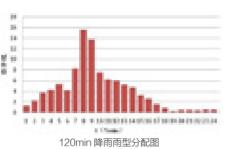
1. 科学制定设计标准

规划排水系统设计指标体系包括 沈阳市降雨标准雨型、雨水径流控制标

(1)降雨标准雨型

采用级序平均法(Pilgrim&Cordery 法)对沈阳市1951~2010年60年间 本次排水防涝规划在理念方面与国 5000 场降雨资料进行取样,分析不同降





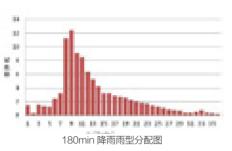


图 4 沈阳市降雨标准雨型

雨历时,下降雨量、雨峰位置、峰型间 的关系及降雨时程分配,最后得出沈阳 市降雨雨型多为短历时单峰雨型,峰值 雨量大且出现位置较为靠前(图4)。 因此, 泵站和管网的建设标准需满足峰 值雨量的相应要求。

(2)雨水径流控制标准

规划结合了城市控详全覆盖规划, 对不同地表覆盖的8类用地性质给出了 相应的径流系数标准(表1)。

同时,运用低影响开发的理念,在 常规径流系数计算的基础上,对地表径 流进行进一步控制。根据沈阳实际情况, 要求新建地区综合径流系数不超过 0.5; 旧城改造后综合径流系数不超过改造前, 三环内平均径流系数控制在 0.5-0.6, 超 过标准的地块应采取渗透、调蓄等措施 进行径流控制。

> (3) 管道和泵站建设标准 管道和泵站建设标准主要指设计的

表 1 8 类用地性质径流系数标准

序号	用地性质	径流系数	序号	用地性质	径流系数
1	居住用地	0.61	5	物流仓储用地	0.82
2	公共管理与服务设施用地	0.78	6	道路与交通设施用地	0.74
3	商业服务业设施用地	0.82	7	公用设施用地	0.52
4	工业用地	0.78	8	绿地与广场用地	0.33

表 2 国内部分大中型城市重现期取值

序号	城市名称	一般地区重现期(年)	重点地区重现期(年)		
1	北 京	1 ~ 2	3 ~ 10		
2	上 海	1 ~ 3	5		
3	天 津	•	1		
4	南京(江苏)	0.5 ~ 1			
5	杭州(浙江)	1	3 ~ 5		
6	扬州(江苏)	0.5	~ 1		
7	宜昌(湖北)	1 -	- 5		
8	南宁(广西)	1 ~ 2			
9	柳州(广西)	0.5 ~ 1			
10	深圳(广东)	1	3 ~ 5		

表 3 不同重现期对应最大管径及总投资统计表

重现期标准(年)	最大管径(米)	总投资(万元)
0.33	2.6	4050
0.5	3.0	6380
1	3.4	8400
3	3.8	10720
5	4.0	12570
10	4.4	15530

注: 表中数据为沈阳市某 10 平方公里区域不同重现期下的雨水工程投资对比

表 4 雨水源头控制规划措施与目标

分类	用地性质	径流控制措施	径流系数 (未控制)	径流系数 (源头控制目标)
	绿地(G)	优先采用透水铺装、下凹式绿地	0.33	一年重现期雨水 不外排
1	公共管理与公共服务用地(教育科研 用地 A3、体育用地 A4)	(50-100mm)、有条件区域 可考虑下凹式操场、雨水调蓄池	0.5	
	居住用地(R)	优先采用透水铺装、下凹式绿地	0.61	
2	公共管理与公共服务用地(A类其他)	(50-100mm)、有条件区域 可考虑雨水调蓄池	0.78	0.3
3	商业服务业设施用地(B)	优先采用透水铺装、下凹式绿地 (50-100mm)、有条件区域 可考虑雨水调蓄池	0.82	0.5
	交通设施用地(S)	人行道采用透水铺装, 道路两侧绿化带采用下凹式绿地	0.74	
	工业用地(M)			
4	物流仓储用地(W)	根据地块情况采取	_	0.5
	公用设施用地(U)	合理的径流控制措施 		

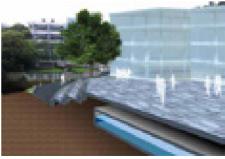


图 5 雨水调蓄池示意图



图 6 下凹式绿地示意图

重现期。规划在参考了国内部分城市设 计标准的基础上,对设计参数讲行技术 经济的分析, 最终确定沈阳市重现期设 计标准为:一般地区雨水规划设计重现 期3年,重点地区5年,新建及改造地 道桥不低于10年(表2、表3)。

(4)城市内涝防治标准

国外发达国家已建立完善的内涝防 治标准体系,而我国尚无此类标准。为 支撑城市发展,确保新一轮城市总体规 划制定的把沈阳市建设国家中心城市、 生态宜居之都等发展目标的实现, 研究 制定适合沈阳市的内涝防治标准体系迫 在眉睫。

在面对出现一定规模的大重现期暴 雨的时候, 应以保证车辆可以通行, 城 市可以基本运行,不产生重大损失为根 本。借鉴国外各城市的经验,并根据沈 阳市实际条件,制定有效应对50年一遇 降雨为沈阳市的内涝防治标准, 并保证 在发生此类降雨时, 道路积水深度不超 过 0.3 米, 积水时间不超过 2 小时。

2. 加强径流外排量控制

加强径流外排量控制,对不同 性质用地采取相应径流控制措施。按 城市用地分类与规划建设用地标准 (GB50137-2011),将城市建设用地 分为8大类,不同性质的用地因场地空 间和建设形式有所不同,进行源头控制 的难易程度也不同。通过计算不同类型 现状径流系数(未采取源头控制措施), 并对其场地空间形式进行分析, 按照雨 水源头控制的难易程度将城市建设用地 分为4类,分别对其提出雨水径流控制 的措施建议及控制指标(表4、图5、图 6、图7)。



图 7 透水铺装示意图

32 / 沈阳·规划视野/基础设施规划



图 8 浑河雨水系统



图 9 新开河、蒲河雨水系统



图 10 细河系统规划图

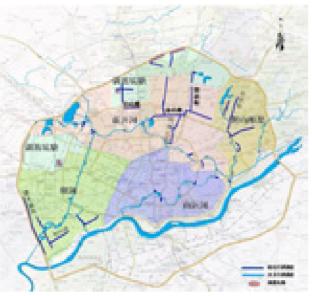


图 11 行泄通道规划图



图 12 绿化蓄滞设施规划图



图 13 局部地区应急疏导预案

3. 实行雨污分流规划

的重要组成部分。规划进一步完善城市 大暴雨排水两套系统来应对内涝问题。 雨水设施及管网,提高城市排水功能, 改善城市水环境。对规划区进行雨污分 础上,通过采取建设雨水渗蓄设施、水 流改造, 合流制地区新建雨水管道, 逐 步实现完全分流的排水体制;分流不彻 调蓄空间、交通疏导等综合措施,来提 底地区摘除混接管线,逐步实现彻底分 流。结合现状排水泵站、雨水管线分布, 以及现状地势、铁路、高速等天然屏障, 按照雨水终端出口,规划形成浑河、新 开河、蒲河及细河等四大雨水系统,并 畅通;合理布局城市涝水行泄通道,规 针对不同系统的特点,结合近、远期建设, 划形成大型水系行泄通道4条,道路 采取相应的干线布局方式(图8、图9、 绿化泄水通道19条;结合现状及规划 是建设排水系统这么简单,它还涉及到 图 10)。

4. 构建城市内涝综合防治体系

应对大重现期的暴雨,势必将大幅提高 12、图13)。

排水设施的总体投资,这种方式并不适 实行雨污分流规划是排水防涝规划 宜。国外各城市也是通过建设小暴雨和 规划在适当提高排水管网和泵站标准基 系行泄通道、道路绿化行泄通道、雨水 高城市抵抗强降雨的能力。

规划对城市排水河道进行梳理, 辉山明渠及满堂河,确保排水系统出口 起到了良好指导作用。 绿地,布局城市涝水蓄滞空间;结合安 包括城市景观、道路交通、用地控制、 全疏散通道分布图,制定局部地区交通 单纯依靠提高管网和泵站的规模来 疏导预案,使雨水及时排放(图11、图 各个城建体系协调运作,才能使得规划

五、结语

排水(雨水)防涝规划是对传统排 水规划的补充与升级,是城市化进程加 快的新形势下,必然出现的一项重要的 基础设施专项规划。沈阳市排水(雨水) 防涝专项规划,在海量现状基础资料调 研分析的基础上, 运用先进的规划理念 及科学的技术手段, 统筹考虑排水系统 各个环节, 使规划方案既有科学性, 又 打通新开河、细河瓶颈节点,拓宽疏浚 有可操作性,为沈阳市排水系统的建设

> 同时,通过本次规划,我们应该意 识到,城市排水、内涝防治,并不仅仅 运行管理等多方面多领域的工作,只有 方案得到更好的落实。

低碳循环理念下的城市环卫设施规划困境及对策研究

王媛媛 张卉蕾 李菁 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要。由于城市规模的持续扩大与人口规模的持续膨胀,城市垃圾爆增对城市周边的生态环境造成了沉重的压力,城市可持续发展受到严重挑 战。为缓解当前沈阳因快速城镇化发展所带来的"垃圾围城"困境,将循环经济理念运用于垃圾分类管理、资源化利用、分类收运、无 害化垃圾处理设施建设专项研究中,使人口、土地、资源和环境协调发展。本研究以沈阳市为例,深入分析沈阳垃圾分类处理的现状, 剖析目前发展存在的瓶颈问题,根据垃圾的产量具体给出填埋、焚烧、堆肥三种方法的选取原则、处理比例以及相关的设施布局,科学 规划垃圾分类及处理系统,对其他城市环卫设施规划具有积极的指导作用。

一、引言

随着生产的发展和人民生活水平的 不断提高的同时, 也带来了日趋严峻的 垃圾问题,城市垃圾排放量增长迅速, 现有环卫设施难以满足实际需求, 垃圾 处理问题迫在眉睫。党中央、国务院高 度重视生态环境保护工作,国家相继推 出《"十三五"生态环境保护规划》、 《"十三五"节能减排综合工作方案》、 《"十三五"全国城镇生活垃圾无害化 处理设施建设规划》等政策法规,按 照生态文明建设总体要求,以低碳、 协调、绿色、循环、共享为发展理念, 加快推进城市环境卫生事业发展。沈 阳由干城市规模的持续扩大与人口规 模的持续膨胀, 现状垃圾处理系统已 难以满足国家"十三五"目标要求, 如何解决垃圾的分类、收运和处理等 一系列问题,已引起政府的高度重视。 因此本文以循环经济理论为指导,缓 解沈阳正面临着人口剧增、土地紧张、 资源短缺和环境破坏四个方面的巨大 压力,建立国际先进、国内领先的环

保型城市垃圾收运与处理系统,为建 设生态环境优美、资源循环利用、集 约节约的新沈阳奠定基础。

二、循环经济在环卫规划中存在的挑

1. 循环经济理念

随着经济的快速发展,资源、能源、 环境越来越成为我国经济继续前进的瓶 颈制约,1998年,我国政府是为了缓解 经济增长所带来的资源短缺以及空气、 水和土壤的不同形式污染等环境问题, 首次提出了循环经济这个概念, 尽管循 环经济的目标和定义很模糊, 但是它与 可持续发展这个概念非常相似, 倡导建 设物质循环的生态系统思想。循环经济 是我国国民经济的主要发展方向, 其核 心内容是通过资源的高效利用和循环利 用,把目前的"资源-产品-废弃物" 开环式经济流程转变为"资源-产品-废弃物-再资源化"的闭环式经济流程, 从而减少资源的消耗并降低废弃物的产 生量,实现人类社会与自然环境的和谐

2. 发展循环经济存在的挑战

循环经济的发展模式在环卫工作 中的应用是建立在严格的垃圾分类储 存、分类投放和分类搬运基础上,提高 垃圾的资源价值和经济价值,做到物尽 其用。但我国垃圾回收率低、处置方法 单一, 循环经济的发展模式存在一些问 题和挑战。

一、市民的主动垃圾分类意愿不强, 垃圾混合投放现状普遍,废物利用率低, 市民未对垃圾分类严格执行,导致垃圾 混合收集,增加了处理难度和处理成本, 无法实现垃圾的资源化、减量化,成为 循环经济发展的一大阻碍。二、城市生 活垃圾增长较快,垃圾处理方法单一, 分类处理设施不健全,资源化率较低, 环境风险大。三、缺乏有效的政策激励。 循环经济可同时实现资源效益和环境效 益, 但实现收益的过程复杂, 需要政策 奖励去推动资源回收和循环利用。虽然 政府逐年增加垃圾处理经费投入,积极 推进垃圾的资源化、减量化,但尚未建 立长期有效的回收处理体系、激励政策 和费用机制。

3. 推进循环经济的规划思路与策略

鉴于我国基本国情, 在环卫设施规 划中推讲循环经济理念,坚持资源化优 先, 因地制官选择安全可靠、先进环保、 省地节能、经济适用的处理技术,就是 源头整治、垃圾收运和外置的全过程中 把以垃圾形态存在的各种资源回收利用 起来,避免这些资源的浪费。

首先,选择从有责任主体的单位入 手,强制推行垃圾分类,提高居民群众 参与垃圾回收的自觉性和积极性, 逐步 水平滞后 实现垃圾"不分类、不收运"和"分类 收比例,逐步提高资源回收利用率。

其次,完善资源再生环节,优化组 合多种垃圾处理方式,整合废弃物源头 减量、排放控制、物质利用、能量利用 和埴埋外署各个环节, 实现垃圾妥善外 理和专业化、集约化处理,减少垃圾的 最终外置量。

最后, 健全管理体系, 加强对废物产 生量大、污染重行业垃圾排放的管理,提 高废弃产物综合利用率;推动不同行业通 过产业链融合,实现废弃物的循环利用。

三、循环经济理念在沈阳市环卫规划 应用研究

1. 沈阳垃圾处理现状

近几年, 沈阳市的城市垃圾排放量 以惊人的速度不断增长, 现有环卫设施 难以满足实际需求, 目前沈阳市日产垃 圾量为7000吨,垃圾通过垃圾箱、废



物箱、垃圾压缩站(转运站)分别输送 至3座现状垃圾填埋场,填埋场的实际 处理 5890 吨 / 日,已处于超负荷运转状 态,预计还能使用五年。随着环境保护 意识的不断增强, 沈阳紧盯环卫领域存 在的关键问题和薄弱环节,不断加强对 环境卫生污染治理的整治,实现了环卫 的科学管理, 但是现状与现代化城市环 卫系统还存在一定差距。

2. 沈阳环卫设施建设中存在问题

(1) 垃圾回收分类不彻底,资源化

沈阳市垃圾分类回收已经全面展开, 实效与收费挂钩"的管理模式,增加回 全市共有3511个居民小区,有效开展垃 圾分类的小区仅占10%,回收效果非常 差。居民垃圾分类意识淡薄,限制垃圾 分类回收效果。垃圾分类投放不仅需要 有完善而细致的垃圾回收设施, 还需要 居民有全面的分类知识, 这才能真正实 现垃圾完全分类回收。

(2)环卫设施不完善,配建标准低 沈阳市现状垃圾收运主要分为三种 形式: 垃圾桶屋型、平台式转运站型、 集装箱式压缩转运站型。落后的非压缩 式转运设施不能适应城市发展的需要, 未经分类的混合垃圾易腐发臭、污水滴 漏目不利垃圾处理, 垃圾中可回收利用 资源浪费程度将增大。如何控制并削减 与日俱增的巨量垃圾,成为城市管理者

(3) "末端处置"的管理与循环经 济不符

面临的最棘手的问题之一(图1)。

垃圾处理方式以填埋为主较为单一, 必然陷入垃圾产量越来越高、处理设施 越建越多, 但处理能力一直不足的恶性 循环。与城市废物管理密切相关的再生 资源回收业逐渐流为城市底层外来流动 人员的谋生之途,其余部分被送入填埋 场中与外界环境完全隔绝, 垃圾中所包 含的资源和能源都无法再回复至大自然 的生态循环之中(图2)。



图 1 沈阳市现状垃圾收运形式

名称	建设时间	占地面积(公顷)	处理方式	设计处理能力(吨 / 日)
大辛	2003年	54	卫生填埋	2000
老虎冲	1998年	97	卫生填埋	1500
大民屯	2000年	19	卫生填埋	400
医疗废物处置中心	2006年	2	焚烧	30
工业固废 处置中心	1991年	13	焚烧 卫生填埋	55

图 2 沈阳市垃圾处理设施分布图

低碳环保 / 37 36 / 沈阳·规划视野/基础设施规划



图 3 环卫设施规划总体框架图

表 1 不同类别用地垃圾分类类别表

居住用地 (5类)		可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾、其他垃圾、大件垃圾。 其中,可回收垃圾单独设置塑料、金属瓶收集箱,由小区物业收集并处理。
办公区		可回收垃圾、有害垃圾、其他垃圾。另外单独设置纸类收集箱收集办公用纸。
商服用地(3类)	餐饮区	厨余垃圾、可回收垃圾、其他垃圾。单独设置厨余垃圾处理设施。
工业用地(4 类)		可回收垃圾、不可回收垃圾、有害垃圾、大件垃圾。

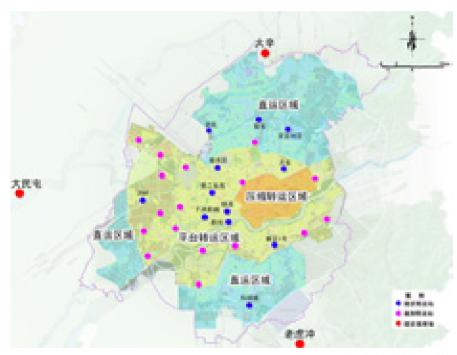


图 4 沈阳市垃圾分类收运系统规划

3. 沈阳市环卫设施规划策略研究

(1) 规划思路

贯彻国家对于垃圾处理的相关要求, 完善科学规划垃圾的处理模式,实现垃 圾完全无公害处理。通过详细全面的现

状调查,重新梳理沈阳市的环卫设施体系,分析垃圾处理、收集等方面存在的问题,查找近似案例及相关设计理念,确定垃圾处理的指标体系,面对环卫设施的建设困境,基于循环经济理念,以

能源节约为根本,强调源头控制与资源 利用,优化环卫系统,打破区域壁垒, 从全市层面统筹完成设施布局(图3)。

(2)规划策略研究

循环经济与环卫设施的联系集中体现在环卫设施用地的节约、废弃物的回收利用和废弃物的资源化。因此,针对沈阳环卫设施目前所存在的主要问题,以"减量化、资源化、无害化"为指导,本研究中循环经济理念的贯彻主要集中体现在以下四个方面:

源头控制——实现垃圾"大类粗分、 小类细化"

依据《辽宁省生活垃圾分类管理工作导则》,将沈阳市垃圾分为可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾以及其他垃圾,在此分类的基础上,针对不同用地性质的特点,对居住用地、商服用地、工业用地等用地的垃圾进行细化分类。分类方案先易后难、先简后繁、分区域、分类别、分步骤逐步推进。同时培养居民垃圾分类回收意识,培养家庭生活垃圾源头分类方式,包括可回收和不可回收,增强垃圾资源化利用程度。注重废弃物的回收利用是传统单向性经济向循环经济转变的显著标志。不同类别用地垃圾分类方式如表1所示。

中段控制——强化垃圾收集点二次分拣工序

依据循环经济理念,更新沈阳市垃圾收运模式,增加垃圾收集点的二次分拣工序,对城市环卫服务设施的布局进行调整。规划将形成以集中分流转运站、中小型转运站、环卫服务站为主体的环卫服务设施体系,在中转站内增设垃圾分选设施,以对收集到的混合垃圾实施逐级分选,有效提高废弃物的回收利用率。在老城区内无条件建设垃圾转运站的区域,结合周边停车场,设立压缩式转运车停放点,将垃圾分类压缩处理后运至分类垃圾处理厂。在有条件建设转运站的区域,以平台式转运为主,设置分类垃圾转运站,收集后运至分类垃圾厂(图4)。

末端处置——有序推进垃圾综合利用

结合沈阳特点,针对不同垃圾类型,建设不同的垃圾处理设施,发展垃圾处理终端设施的多样化。同时积极探索建立集垃圾焚烧、餐厨垃圾资源化利用、再生资源回收利用、垃圾填埋、有害垃圾处置于一体的生活垃圾协同处置利用基地,实现垃圾分类处理、资源利用、废物处置的无缝高效衔接,提高土地资源节约集约利用水平,缓解生态环境压力,降低"邻避"效应和社会稳定风险(图5、图6)。

四、规划保障

环卫设施是城市基础设施必不可少的组成部分,各项环卫设施的建设都要纳入分区详细规划,实现垃圾资源化。本研究从理论层面探讨了循环经济理念下环卫设施面临的困境与规划对策,鉴于沈阳垃圾的处理现状,结合沈阳实际案例,从各个环节上落实循环经济理念,通过开展垃圾分类与处理方法研究,分类收运建立与分类品种相配套的收运体系,分类处理完善与垃圾分类相衔接的终端处理设施,统筹规划建立"一站式"垃圾协同处置利用基地,推行沈阳生活垃圾的资源化循环利用,为城市环卫基础设施的建设指引方向,也同时为其他项目提供借鉴与参考。

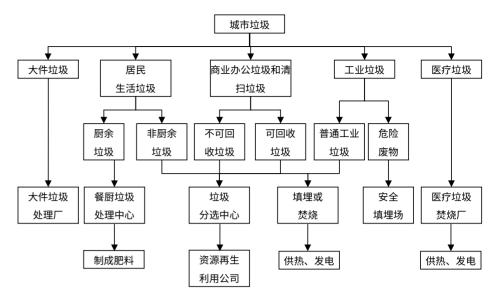


图 5 沈阳市生活垃圾处理流程



图 6 沈阳市垃圾综合处理中心分布图

38 / 沈阳·规划视野 / 基础设施规划

城市生活垃圾问题的解决方法探讨

—以沈阳市垃圾分类及处理方法规划研究为例

徐靖文 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 随着城市化进程的加快,生产的迅速发展以及人口的增长,近年来的城市垃圾产量逐年增多,"垃圾围城"频频出现在中外媒体的头版上, 大量垃圾随意堆放,就会占用土地,污染环境,危害健康,同时,近30年来,随着科技的进步,垃圾中可利用的资源越来越多,城市 垃圾又被称为"放错了地方的资源": 十三五以来,实现垃圾分类无害化处理,实现垃圾资源利用,成为当今处理垃圾问题的重中之重, 沈阳市做为东北地区重要的中心城市,在加强城市环境综合治理,提高垃圾无害化处理率,优化生活垃圾的分类、收运及处理措施方面 进行了系统的规划研究和实践,对解决城市垃圾问题具有一定的借鉴意义。

一、引言

我国由干人口数目庞大, 是世界上 垃圾包袱最重的国家, 人均每年垃圾产 量 440 公斤。城市历年的垃圾堆存量高 达70亿吨、侵占35亿多平方米的土地、 已有 2/3 的大中城市被垃圾包围,有 1/4 的城市不得不把解决垃圾危机的途 径延伸到乡村。我国的垃圾处理有85% 以填埋方式处理, 其中许多垃圾未经许 可就倾倒在了农村。2004年我国的城市 垃圾生产量就超过美国成为世界第一, 各地纷纷发生垃圾围城的危机。

随着科技的发展,城市垃圾问题越 来越受到广泛的关注,如何合理利用城 市垃圾的可利用性和有效价值, 回收利 用城市垃圾, 较少环境污染, 节约其它 有限的资源,成为促进环境、经济、资 源可持续发展的重要课题。

二、相关背景

1. 国家相继出台相关政策法规强调 垃圾处理重要性

"十三五"以来, 国家相继出台多 种政策法规,来强调垃圾处理的重要性。

其中: 2016年11月24日,《"十三五" 生态环境保护规划》由国务院印发并实 施。《规划》中对于垃圾处理方面,明 确提出要实现城镇垃圾处理全覆盖和处 置设施稳定达标运行。全国城市生活垃 圾无害化处理率达到95%以上,90% 以上村庄的生活垃圾得到有效治理。到 2020年,垃圾焚烧处理率达到40%。并 加快建设城市餐厨废弃物、建筑垃圾和 废旧纺织品等资源化利用和无害化处理

2016年11月29日,《国务院关于 印发"十三五"国家战略性新兴产业发 展规划的通知》中提出,要健全资源循 环利用产业体系。统筹国内外再生资源 利用,加强生活垃圾分类回收与再生资 源回收的衔接。建立健全覆盖固体废弃 物、危险废弃物、再生产品、污染物控 制等方面的标准体系。

2016年12月31日, 国家发展改革 委、住房城乡建设部印发《"十三五" 全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设 规划》并开始实施。《规划》全面详细

的规定了生活垃圾无害化处理设施建设 的目标、任务以及措施,全面推进垃圾 无害化建设。

2. 强化垃圾分类以及无公害处理方 法成为未来垃圾处理的趋势

国家出台的一系列政策, 充分体现 了垃圾分类处理,无害化建设的重要性、 必要性。"十三五"相关的规划,明确 制定了垃圾处理标准指标,将焚烧处理 做为重要的一种处理方式,这些都为全 面推动垃圾分类奠定了良好的基础。

3. 落实《沈阳市总体规划》关于城 市生态方面的规划指导思想

2017年7月14日, 中国政府网公 布《国务院关于沈阳市城市总体规划的 批复》(国函[2017]92号),提出原 则同意《沈阳市城市总体规划(2011-2020年)》(以下简称《总体规划》)。《总 体规划》中,对垃圾处理也作出了规划: 要按照促进生产空间集约高效、生活空 间宜居适度、生态空间山清水秀的总体 要求形成合理的城市空间结构, 促讲经 济建设、城乡建设和环境建设同步发展 同时,加强城市环境综合治理,提高污 四、理论研究及结论 水处理率和垃圾无害化处理率。

展了生活垃圾分类及处理方法研究工作。结论。

三、研究综述

1. 研究目的

案例研究,提出沈阳市生活垃圾的分 类、收运及处理措施,编制城市环卫规 划导则。

2. 研究意义

处理设施建设

垃圾合理的分类并处理,最大限度 实现城市垃圾处理减量化、资源化、无 害化,实现环境效益、社会效益和经济 方式 效益的同步发展。

科学规划垃圾分类及处理系统,全 面提高城市生活垃圾处理能力和水平。

(3) 指导环卫专项规划的编制

形成垃圾分类及处理方法规划标准, 指导环卫专项规划编制工作,提高规划 的科学性。

3. 技术路线(图1)

对垃圾分类系统、收运系统和处理 在此背景下,沈阳市自2017年开 系统三部分内容进行了理论研究并得出

1. 垃圾分类系统理论研究及结论

采用焚烧处理垃圾的区域, 官按可 总结城市生活垃圾系统的理论及 回收物、可燃垃圾、有害垃圾、大件垃 圾和其他垃圾进行分类; 采用卫生填埋 处理垃圾的区域, 宜按可回收物、有害 垃圾、大件垃圾和其他垃圾进行分类: 采用堆肥处理垃圾的区域, 宜按可回收 (1)加快推进城市生活垃圾无害化物、可堆肥垃圾、有害垃圾、大件垃圾 和其他垃圾进行分类。

2. 垃圾收运系统理论研究及结论

(1)运输形式分为直运和转运两种

直运方式适用条件: 垃圾量少, 运

转运方式适用条件:垃圾量大、运 距较玩 (<40km)



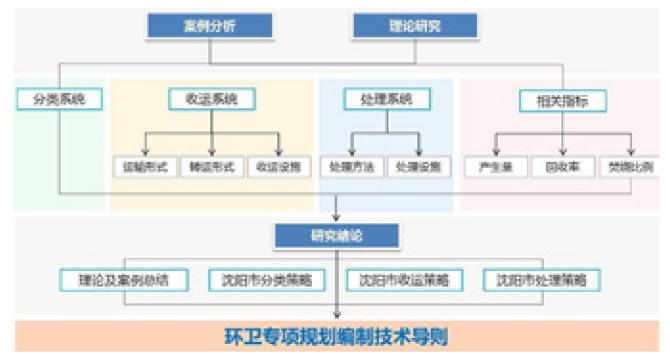
(2) 垃圾的转运形式一般分为两 种,即平台式转运和压缩式转运



(3)垃圾收运设施主要包括垃圾收 集点和垃圾转运站

采用人力收集的收集站服务半径官 为 0.4 千米以内, 采用小型机动车收集 的服务半径不官超过2千米:

垃圾运输平均距离超过10km。官 设置垃圾转运站; 平均距离超过 20km 时, 宜设置大、中型转运站; 小型转运 站每 0.7 ~ 1km² 设置一座, 用地面积不 小于 100m²,与周围建筑物相隔不小于 5m。大、中型转运站每10~15km²设 置一座, 用地面积根据日转运量确定。



40 / 沈阳·规划视野/基础设施规划

3. 垃圾处理系统理论研究及结论

(1)垃圾处理方法

预处理: 指为垃圾的合理处置提供 条件,主要包括压实、破碎和分选等流程, 是垃圾处理的第一步。

焚烧处理: 指通过焚烧技术对垃 圾进行处理,适用于平均低热值高于 两类。现代堆肥技术一般采用好氧堆肥, 5000kJ/kg 的垃圾, 是国家大力推广的 处理方法。

堆肥处理: 指凭借微生物的生化作 用,在人工控制条件下,将生活垃圾中 有机质分解、腐熟、转换成稳定的类似 腐植质土的垃圾方法。

回收:对垃圾中的废纸、黑色和有 色金属、塑料、织物、玻璃陶瓷、皮革 橡胶等有用成分,进行回收利用处理。

填埋: 指利用坑洼地带填埋城市垃 圾,既可处置废物,又可覆土造地,是 最传统的城市垃圾处置方法(表1)。

(2) 垃圾处理设施

填埋厂: 卫牛填埋是城市垃圾处理 必不可少的最终处理手段, 是现阶段我 国垃圾处理的主要方法。它具有适应性 广、操作简单、垃圾消纳量大、运行费 用低的特点,但这种方法占地大,对自 然条件要求较严格。目前,卫生填埋法 是国内外广泛采用的生活垃圾处理方式。

焚烧厂:生活垃圾无害化彻底。生 活垃圾达到最大的减量与减容, 垃圾经 焚烧后,重量减少80%以上,体积减少 90%以上;焚烧垃圾产生的热能可利用, 热能可用来发电或供热,炉渣可再利用 实现垃圾资源化: 焚烧工程占地少、选

址容易, 这是垃圾堆肥和卫生填埋处理 所不能相比的: 处理的自动化程度高, 处理周期短, 见效快。

护区和缓冲区(图2)。

堆肥厂:分为好氧堆肥和厌氧堆肥 行预测: 堆肥适用于对可生物降解的有机垃圾的 垃圾日生产量和人口数量作为预测基数。 处理。

4. 指标体系研究及结论。

(1)垃圾产生量预测

根据《生活垃圾产生量计算及预测 焚烧设施控制区域分为核心区、防 方法》CJ/T106-2016有三种预测方法, 采用适宜的方法对城市垃圾的产生量讲

> 人均指标法,采用基准年人均生活 据统计,目前我国城市人均生活垃圾产

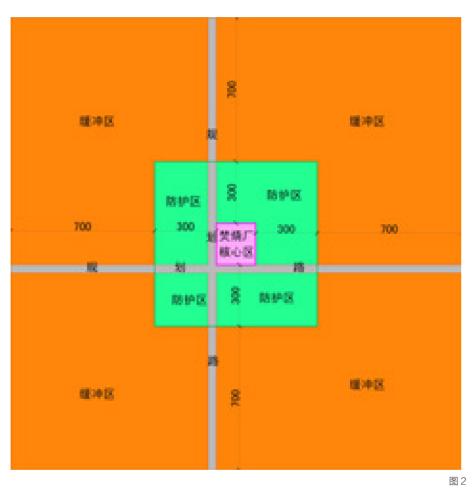


表 1

					72.1		
	项目	选址	占地面积	产品市场	运行费用	优点	缺点
	填埋	较困难 防止水体受到污染,一般远离 市区,运输距离大于 20km	大	有沼气回收的填埋场,沼气可作发电等利用	最低	技术成熟,运行管理简单,处理量大, 灵活性强,适用范围广,投资及运行 费用低	选址较困难,减容效果差,占地面积大, 对周围环境有一定的影响
	高温焚烧	容易 可靠近市区建设,运输距离可 小于 10km	小	热能和电能易为社会适用	最高	1. 焚烧处理后,垃圾中病原体被消灭; 2. 经过焚烧,高温处理后垃圾减容 80%~90%,节约填埋场占地; 3. 产生高温蒸汽可用来发电和供暖; 4. 垃圾焚烧厂占地面积小,尾气污染小,可靠近市区建厂	2. 对垃圾的热值有一定的要求,个能低于4000KJ/kg; 3. 燃烧过程由产生"一座苗"。必须很
推即	较容易 避开住宅密集区,气味影响 半径小于 200m,运输距离 10~20km	I W-F	落实堆肥市场有一 定困难,需采用多 种措施	较高		对垃圾分类要求高、有氧分解过程中产 生的臭味会污染环境,堆肥成本过高或 质量不佳影响堆肥产品的销售	

生量 0.6~1.2kg/d。比较发达国家的垃圾 指标平均为 364 平方米 / (吨 / 日), 产生量情况,我国城市生活垃圾规划人 填埋场占地面积大。 均指标以 0.9~1.4kg/d 为宜;

一元线性回归预测法

年增长率预测法

(2)回收利用率和焚烧比例

回收利用率:2016年12月31日国 家印发《"十三五"全国城镇生活垃圾 无害化处理设施建设规划》,其中提到: 到 2020 年底, 直辖市、计划单列市和 省会城市生活垃圾回收利用率达到35% 以上。

焚烧比例:2016年12月31日国家 印发《"十三五"全国城镇生活垃圾无 害化处理设施建设规划》,其中提到: 辽宁省垃圾处理焚烧比例从2015年0% 到 2020 年提升到 41%。

五、案例分析总结

1. 垃圾分类形式

日本垃圾分为4类: 德国分为3类, 澳大利亚分为4类。日本、德国、澳大 利亚根据垃圾分类情况,规定了不同垃 圾收集频率(表2)。

2. 垃圾的处理方法

国外:发达国家生活垃圾最主要的 处理方式是循环利用和焚烧。日本、瑞典、 德国、新加坡四个国家优先采取垃圾循 环利用,对干不能循环利用的垃圾大比 例讲行了焚烧处理(表3)。

国内: 我国经济实力较强的城市现 状垃圾处理方式为焚烧和填埋相结合的 方式, 北京、上海、深圳、苏州垃圾焚 烧比例超过40%, 其余部分垃圾采用填 埋和堆肥进行处理(表4)。

3. 垃圾的处理设施

(1) 埴埋场

到"十二五"末,中国垃圾填埋量 为33.5万吨/日,卫生填埋处理设施数 量占无害化设施数量比例为70%~80% (表5)。

结论一: 全国城市卫生填埋处理能 力持续加大, 而填埋在垃圾无害化处理 中所占比例则持续下降。

结论二: 垃圾填埋场实际建设用地

年-50年,随着每年垃圾产生量的增长,占垃圾处理总量的31%(表6)。 填埋场超负荷运转。

(2) 焚烧厂

到"十二五"末,中国垃圾焚烧厂 结论三: 填埋场使用年限为20 有257座, 日处理能力达到23.5万吨, 结论一: 焚烧厂建设主要以大、中

表 2

	- 77 -	
国家 分类		收集
日本	一般垃圾、可燃性资源垃圾、不燃性资源垃圾、 可破碎处理的大件垃圾	一般垃圾每周2次; 其他类垃圾每月2次
德国		有机垃圾每两周清运一次,6-11月每周清运一次; 家具垃圾每年处理一次
澳大利亚		普通垃圾 1 周收集 1 次;可回收垃圾和有机垃圾两周收集 1 次;大型固体垃圾 1 年收集两次

表3

国家	1家 垃圾总量 循环利用量。 总量比例		焚烧处理量占垃圾 总量比例	垃圾焚烧厂 数量	备注
日本	4057 万吨	22%	75%	1243座	3% 填埋
瑞典	435 万吨	33%	50%	32座	16% 堆肥,1% 填埋
德国	4978 万吨	46.8%	35.3%	80座	17.7% 堆肥,0.2% 填埋
新加坡	766 万吨	61%	36%	4座	3% 填埋

表 4

城市	垃圾总量	焚烧处理比例	垃圾处理厂数量	备注
北京	868.7 万吨	44%	11座	卫生填埋 36%; 其它 20%
上海	748.3 万吨	40%	8座	卫生填埋 55%; 其它 5%
深圳	573.1 万吨	46%	5座	卫生填埋 54%
苏州	146 万吨	50%	1座	卫生填埋 50%

表 5

北京阿苏卫 1994年 3800 26 30年 1994年 1.1 上海老港四期 2005年 8000 361 45年 2005年 10 武汉长山口 2009年 2100 55 21年 2009年 7.6 杭州天子岭 2007年 4000 113.3 24.5年 2007年 8.2 竹小木子砂 2005年 4504 4504 4504 4504	项目名称	建成年份	处理能力(吨/日)	占地面积(公顷)	使用年限	建成年份	投资费用(亿元)
武汉长山口 2009 年 2100 55 21年 2009 年 7.6 杭州天子岭 2007 年 4000 113.3 24.5 年 2007 年 8.2	北京阿苏卫	1994年	3800	26	30年	1994年	1.1
杭州天子岭 2007年 4000 113.3 24.5年 2007年 8.2	上海老港四期	2005年	8000	361	45年	2005年	10
	武汉长山口	2009年	2100	55	21年	2009年	7.6
##.I.\$=## 0005 /F 4504 400 40 /F 0005 /F 4.5	杭州天子岭	2007年	4000	113.3	24.5年	2007年	8.2
佛山日石砌 2005年 1581 120 49年 2005年 4.5	佛山白石坳	2005年	1581	120	49年	2005年	4.5

表6

项目名称	建成年份	处理能力 (吨/日)	占地面积 (公顷)	热能 利用	投资费用 (亿元)	与居住区 距离	建设周期	投资单位
浦东御桥	2000年	1000	8.2	1.37 亿度	6.98	与居住区 毗邻	3年	结合
上海江桥	2003年	1500	14	1.8 亿度	9.2	400m	3年	企业投资
深圳南山	2003年	800	6	0.9 亿度	3.62	800m	1年	企业投资
广州李坑	2005年	1040	10	1.58 亿度	7.25	200m	3年	政府投资
海口	2011年	900	8	1.2 亿度	4.58	2700m	2年	企业投资
北京鲁家山	2013年	3000	12.6	4.2 亿度	21.6	3000m	3年	企业投资
天津双港	2005年	1200	_	1.2 亿度	5.8	与居住区 毗邻	2年	企业投资

42 / 沈阳·规划视野/基础设施规划 低碳环保 / 43

用地性质	基础分类	细化分类			
居住用地		可回收垃圾单独设置塑料、金属瓶收集箱; 并增加大件垃圾收集场地。			
公共管理与公共服务用地 商业服务设施用地	可回收垃圾 厨余垃圾 有害垃圾	办公部分	办公区域单独设置纸类收集箱, 收集办公用纸。		
		餐饮部分	单独设置厨余垃圾处理设施。		
工业用地	其他垃圾	增加大件垃圾收集场地。			
物流仓储用地		可回收垃圾单独设置纸类收集箱。			

表 8

车辆种类 垃圾种类		收集频率	配备数量
	可回收垃圾	每天1次	1个垃圾站3辆车
可回收垃圾车	塑料、金属瓶垃圾	每天1次	1个垃圾站1辆车
	大件垃圾	2周1次	1个垃圾站1辆车
厨余垃圾车 餐厨垃圾		每天1次	1个垃圾站1辆车
有害垃圾	有害垃圾	2周1次	5 个垃圾站 1 辆车
其他垃圾	其他垃圾	1周1次	3个垃圾站1辆车
	垃圾处理设施处理后的餐厨垃圾	每天1次	1个垃圾站1辆车

规模焚烧厂为主,日处理能力普遍大于 二次分拣工序,由专人按照处理方式 1000吨/日。

用地指标大。

结论三: 焚烧厂建设周期以三年居 多, 多为分期建设。

结论四: 焚烧厂的建设投资费用指 标在 62 万元 / 吨。

结论五:焚烧厂的热能利用以发电 引导分类。 为主, 供热为辅。售电收入是垃圾焚烧 厂经济主要来源。

结论六: 焚烧厂建设融资模式多元 化: 政府投资建设,招标或委托企业运营。 企业实行特许经营(BOT模式)应用较 为广泛。

六、沈阳垃圾分类、收运、处理策略

1. 分类系统策略

(1)分类方法——"大类粗分、小 类细化"

在可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃 圾以及其他垃圾四大分类的基础上,针 对不同用地性质的特点,对垃圾进行细 化分类(表7)。

(2) 分类特点——"强化垃圾收集 点二次分拣工序"

垃圾收集后,增加垃圾收集点的

提高公众的环保意识:同时建立有效的 监督机制,加大监管,明确奖惩条件。

分类新模式——"互联网+智慧垃圾" 建立"智慧垃圾收集平台"试点,在试 点小区设置智能垃圾回收箱,居民通过 智能垃圾箱,了解垃圾分类常识、领取 分类垃圾袋正确分类垃圾, 兑换积分购 买商品。以此增加居民对垃圾分类的积 极性, 促进垃圾分类推广。

2. 收运系统策略

(1) 收运系统——"直运+转运" 依据《城镇环境卫生设施设置标准》. 将垃圾收运系统分为直运区和转运区, 距离垃圾处理厂小于20公里的地区为直 运区;大于20公里的地区为转运区。

在转运区域,每15平方公里设置 一座大、中型垃圾转运站(图3)。

(2)转运形式——"平台+压缩" 采用平台式转运与压缩式转运结合 的方式,进行垃圾收运。

在无条件建设垃圾转运站的地区. 设立压缩式转运车停放点,将分类垃圾 进行分类压缩处理,处理后分别运至不 同的垃圾处理厂。

(3) 收运车辆——"分类配置"

依据垃圾分类情况,配备专项垃圾 收集车,并根据分类垃圾的投放量,合

的不同,进行二次分拣,分拣后由分 结论二: 焚烧厂实际建设用地指标 类垃圾车运往不同地区分类处理,形 为 75-95 平方米 / (吨/日), 比规范 成垃圾全过程分流处理体系, 提高垃 圾的可回收率。 (3)分类政策——"完善条例、广 泛宣传、有效监督" 完善垃圾分类处理管理条例,对公 共机构要求强制分类,对居民个人实行

> 从政府、媒体、企业、学校、居住 理选择专项垃圾收集车收集频率(表8)。 区等全市各大公共场所, 进行广泛宣传,



3. 处理系统策略

(1) 发展垃圾处理终端设施多样化 随着城市垃圾产量持续增长,单一 模式 的填埋处理已经无法满足垃圾的处理需 求。针对不同垃圾类型,建设不同的垃 圾处理设施,发展垃圾处理终端设施的 多样化。

(2)引入焚烧技术,逐渐形成以焚 约集约利用水平。 烧为先导的垃圾处理模式

垃圾的焚烧处理是我国现今大力推 广的垃圾处理方式,是垃圾减量化处理 的重要手段,引入焚烧技术,改善垃圾 处理现状。

(3)探索城市垃圾处理设施一体化

积极探索建立集垃圾焚烧、餐厨垃 圾资源化利用、再生资源回收利用、垃 PPP 模式逐渐成为趋势。 圾填埋、有害垃圾处置于一体的生活垃 圾协同处置利用基地, 提高土地资源节

到 2020 年, 沈阳市生活垃圾以回 收利用为首要处理方法, 回收比例需达 到35%以上,剩余垃圾以焚烧处理为主, 焚烧比例达到41%以上(图4)。

七、环卫市场运营模式研究

从国内经验来看,目前环卫运营模 式可以概括为三种类型,即"政府购买 服务模式、PPP模式、特许经营模式"

1. 政府购买服务模式

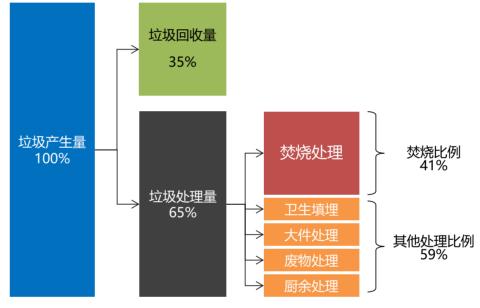
政府购买服务, 政府付费, 如收集、 运输、处理子项目的分包;通过发挥市 场机制作用,把政府直接向社会公众提 供的一部分公共服务事项,按照一定的 方式和程序, 交由具备条件的社会力量 承担,并由政府根据服务数量和质量向 其支付费用。

2. PPP 模式

公私合营,长期合作,利益共同体, 如环卫处理设施一体化项目、垃圾收集 清运一体化项目等: 政府和社会资本合 作(PPP)模式是指政府为增强公共产 品和服务供给能力、提高供给效率,通 过特许经营、购买服务、股权合作等方式, 与社会资本建立的利益共享、风险分担 及长期合作关系。

3. 特许经营模式

政府授权, 谁用谁付费, 如危险废 物处理项目,建筑垃圾处理项目;政府 采用竞争方式依法授权中华人民共和国 境内外的法人或者其他组织,通过协议 明确权利义务和风险分担,约定其在一 定期限和范围内投资建设运营基础设施 图4 和公用事业并获得收益,提供公共产品 或者公共服务。



低碳环保 / 45 44 / 沈阳·规划视野/基础设施规划

沈阳市大辛生活垃圾处理场渗滤液贮存池土坝应急加 固工程方案比较

高树天 朱宏飞 / 沈阳市水利规划院

摘要。通过比选,采用新建防浪墙形式,对垃圾场渗滤液贮存池土坝进行加高加固处理,使工程顺利实施,确保垃圾场运行安全。

一、工程概况

沈阳市大辛生活垃圾卫生填埋场, 坐落干沈北新区财落镇大辛村, 工程建设 投资为1.2亿元人民币,规模为大型垃圾 填埋场。填埋场始建于2003年3月,占 地面积约 54.05hm², 总库容 1357 万 m³, 设计使用年限为13.6年,日处理量为 2000吨。垃圾渗沥液采取碟管式反渗透 处理工艺(DTRO),渗沥液设计处理 能力为230吨/日。据统计截至2016年, 沈阳市大辛生活垃圾卫生填埋场, 日处 理生活垃圾达4000吨,超过设计处理 能力一倍,而且需求还在增大。长期的 超负荷运行, 使填埋场填埋区不断增加 容积的同时, 垃圾渗沥液也不断增加, 每天以净析出量800吨/日速度递增, 大大超出了原设计规模 230 吨 / 日的处 理能力。

根据测算至新增处理设施改造运行 时,渗滤液还将净增加24万 m³。目前大 辛垃圾场渗滤液贮存池的拦蓄面积为12 万 m², 拦蓄容量为 75 万 m³, 急需在短

不能间断垃圾场的正常运行,不能增加 现有贮存池的占地, 方便施工。

二、工程现状

垃圾场渗滤液贮存池是利用原砖厂 取土坑改建而成的, 整个场地地形南高 北低, 南侧为生活垃圾填埋区, 北侧为 渗滤液贮存池, 东侧为办公生活区, 填 埋区、贮存池外侧围堰呈簸箕型, 分期 填筑而成。处理场的渗滤液主要储存在 填埋场北侧渗滤液污水坑中,面积约12 万 m^2 ,渗滤液总量约75万 m^3 。

现有的渗滤液污水坑采用粘土 均质坝, 坝轴线长1470m, 坝顶高 程 72.23m-72.83m。 大 坝 下 游 高 程 58.00m-69.50m, 最大坝高15.37m, 现状渗沥液池水面高程为71.13m。坝 顶宽 2.75-6.55m, 土坝上游铺设 HDPE 十工膜, 膜下加长丝针刺无纺十工布。 坡比为 1: 1.5-1: 2.2, 坡面无防护。坝 体于 2015 ~ 2016 年进行过钢管桩加固, 方法是在坝顶、坝坡、坝根等部位打钢 管桩, 坝体形成 1-3排钢管桩加固。目前, 期内完成渗滤液贮存池扩容任务,同时 局部地段钢管桩已经向坝体外侧倾斜,

倾角一般 10°~20°,最大约 40°。 整个坝体部分高出地面十几米,形成了 一个陆上悬湖, 溃坝风险极大。

三、方案设计

1. 问题分析

根据现场检测和查阅维修资料分析, 渗滤液贮存池土坝存在以下问题:

- (1) 原有土坝在2015年至2017 年加固维修时, 土坝加高土料均未按要 求进行分层碾压, 土坝密实度较差, 土体 存在不均匀沉降, 坝顶存在多处沉降缝, 施工质量较差, 压实度达不到规范要求。
- (2) 大辛垃圾填埋场渗滤液贮存池 十坝长为 1470m, 现状渗滤液贮存池挡 水侧坝顶高程为 72.23-72.83m, 设计坝 顶高程为 74.15m, 与实测坝顶对照, 坝 顶高程差为 1.32-1.92m, 故现有渗滤液 贮存池土坝坝顶高程不满足设计要求, 需要讲行加高加固处理, 防止渗滤液外 溢事故发生。

2. 建设规模

根据《水利水电工程等级划分及洪 水标准》(SL252-2017),工程等别应 为 V 等, 主要建筑物级别为 5 级。但同 时规范 4.1.3 规定"失事后损失巨大或影 响十分严重的水利水电工程的 2~5 级主 要永久性水工建筑物,经过论证并报主 管部门批准,可提高一级"考虑到工程 实际,对周边环境影响极大,污染性极强, 属环保重点项目工程, 经有关部门协商 同意,将大辛垃圾填埋场十坝主要建筑 物等级提高到4级,按照4级十石坝工 程设计。

3. 坝体加高计算

渗沥液池现有溶液约75万 m3, 水 面面积约12万m²。填埋区面积为6万 m², 填埋区与渗沥液池连通, 可容纳 部分渗滤液,现状渗沥液池水面高程为 71.13m。增加 24 万 m³ 渗沥液后, 水面 标高增值预计为 1.35m, 水面高程可达 72.48m 左右。

参照《小型水利水电工程碾压式土 石坝设计规范》(SL 189-2013)的相 关规定, 坝顶高程取正常蓄水位或设计 洪水位加正常运行条件的坝顶超高之和; 校核洪水位加非常运用条件的坝顶超高

之和: 正常蓄水位加非常运用条件的坝顶 超高再加地震安全加高之和, 三者之中的 最大值。坝顶高程按照下式进行计算:

Y = R + A

式中: Y — 坝顶超高, m; R — 最大波浪在坝坡上的爬高, m; A — 安全加高, 正常运行条件取 0.3m、非常运 用条件 0.5m。

土坝坝顶高程计算成果见(表1)。 为保证土坝坝顶高程的安全, 本次 设计坝顶超高取大值 1.67m, 加水面高 程 72.48m,设计坝顶高程取 74.15m。

4. 加固方案比选

大辛垃圾填埋场渗沥液池土坝长 为 1470m, 现状渗沥液池挡水侧坝顶 高程为 72.23-72.83m, 与设计坝顶高 程 74.15m 比较, 坝顶高程差为 1.32-1.92m, 故渗沥液池土坝坝顶高程不满 足设计要求,需要进行加高加固处理, 防止渗沥液外溢事故发生。为方便施工 和管理,将现状坝顶整平,整平后高程 为 72.55m, 与设计坝顶高程差为 1.57m, 需加高 1.6m。

由于工程已连续加高两次, 加高方

案均为下游培厚加高,目前下游坝脚基 本到达围墙边界, 无加高培厚的空间, 因此结合本工程的实际情况, 土坝加高 加固提出了"防浪墙"和"混凝土板桩" 两个方案进行技术经济比较。

(1) 防浪墙方案

十坝采取防浪墙挡水方式,新建"L" 型钢筋混凝土防浪墙, 防浪墙底部设置 0.1m 厚 C15 素混凝土垫层。上游防浪 墙高 1.5m, 墙厚 0.3m, 底板长 3.5m, 底板厚 0.3m。在原有防渗膜顶铺 450g/ m²长丝针刺无纺土工布进行保护,下游 坝坡铺设草皮进行坡面防护(图1)。

(2) 混凝土板桩方案

土坝采取混凝土板桩挡水方式,桩 顶设计顶高程为 74.15m, 坝顶整平后高 程为 72.55m。板桩支撑高度 1.6m, 埋 深 4.4m。将原锚固沟沙袋清除,板桩距 上游坝坡 0.75m, 布置在锚固沟的中部, 锚固沟回灌 C25 素凝土, 与板桩结合为 整体。防渗膜焊接加长 6.6m, 采用厚度 1.5mm 的 HDPE 防渗膜, 上下铺 450g/ m²长丝针刺无纺十工布保护(图2、表2)。

表 1 坝顶超高计算表

24 70000							
工况	频率	风速 W (m)	吹程 D (m)	波浪爬 高 R (m)	安全超高 A (m)	地震加高 (m)	坝顶超 高 Y(m)
正常 蓄水位	东侧	19.2	500	1.09	0.5		1.59
蓄水位	北侧	19.2	300	0.87	0.5		1.37
地震	东侧	12.8	500	0.67	0.5	0.5	1.67
地辰	北侧	12.8	300	0.53	0.5	0.5	1.53

表 2 方案综合比较

方案项目	混凝土板桩方案	防浪墙方案
对原坝体 的扰动	板桩为锤击桩, 对坝体扰动较大	对原坝体无扰动,整体性好, 抗变形能力强
大坝高度	支撑高度 2.1m	支撑高度 2.0m
施工	混凝土板桩施工采用振动锤和履带吊配合施工,板桩采用单根施打的方式,在沉板桩前依据方向打设导向架,并使板阴阳榫口紧密对接。板桩沉桩以标高控制为主。施工工期短,气候影响较小,施工工艺要求较高,质量不易控制,施工总工期26天。	混凝土采用商品混凝土,混凝土泵送入仓机械振捣。施工作业需在坝下铺筑4mg临时道路,作为混凝土罐车运输道路,身作混凝土泵车作业平台;施工工艺简单,混凝土作业受天气影响稍大,施工总工期30天。
工程投资	工程投资约 570 万元	工程投资约 520 万元

Allered Strate. N 7000 BROWN THE REAL

图 1 防浪墙方案断面图

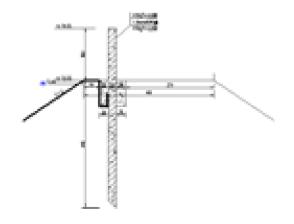


图 2 混凝土板桩方案断面图

低碳环保 / 47 46 / 沈阳·规划视野/基础设施规划

计推荐选择防浪墙加固方案。

5. 渗沥液池土坝坝顶高程设计

(1) 坝顶基层处理

根据实测现状坝顶高程为72.23-72.83m, 取平均高程为72.55m, 采用 74kw 推土机进行坝顶整平,整平深度 挖出的防渗膜采取临时措施进行保护, 0.30m。整平后采用碾压机械进行坝顶 打夯机夯实,直到基面大致平整。

现状坝顶宽 2.75-6.55m, 局部段 坝顶需要填土加宽,填土面要进行清基 填土与碾压必须同时进行,每次填土虚 垫层。上游防浪墙高 1.5m,墙厚 0.3m,

综上比较, 防浪墙方案投资小, 施 铺厚度不应超过 0.30m, 用碾压机械碾 底板长 3.5m, 底板厚 0.3m。下游设置

(2) 防渗膜工程

在坝顶整平时需将现状防渗膜挖出, 四、结语 待坝顶基层处理完毕后,将防渗膜铺设 存池土坝加固顺利完工,险情基本排除, 压实。岸坡附近和结构边角处采用振动 到锚固沟内,上面铺设 450g/m² 的长丝 针刺土工布进行表层保护。

(3) 防浪墙工程

新建"L"型钢筋混凝土防浪墙, 参考。 处理,加宽培厚处按照1:2坡比放坡。 防浪墙底部设置0.1m厚C15素混凝土

工工艺简单,对坝体扰动较小,整体性好, 压 6~8 遍,每遍之间应有 10% 的重叠宽 路边石,兼具挡水和安全的作用,每隔 且施工质量容易控制,因此本次加固设 度。为提高坝顶基面的强度,坝面铺设 50m设置泄水检查并和排水沟一处。坝 20cm 碎石进行挤密碾压, 用压路机碾 体顺直段每隔 12m 采用沥青木板进行 压 6~8 遍,每遍之间应有 10% 的重叠 分缝,采用橡胶止水带密封上游侧墙体 和防渗齿, 分缝表层满布双组分聚硫密

经过两个月的紧张施工,渗滤液贮 达到预想设计效果。实践证明, 因地制 宜选择切实可行的方案,就是最佳方案。 本工程的顺利实施可为类似工程提供了

地铁及隧道消防规划研究

一以沈阳市"十三五"消防专项规划为例

史伟男 / 沈阳市规划设计研究院有限公司 李佳宁 / 辽宁省城乡建设规划设计院

摘要 伴随城市快速发展,城市地铁与城市隧道建设规模体量巨增,但针对此类建筑的灭火救援消防站以及装备无法满足需求,针对此类灭火 救援要求的消防规划仍处于摸索阶段。本文从地铁及隧道建筑特点和危险性出发,通过对沈阳市现状地铁及隧道消防问题的研究,总结 "十三五"消防而临的形势,提出了"十三五"期间针对地铁及隧道消防工作的规划指引、站点规划以及装备规划。



一、沈阳市地铁与隧道现状概况

1. 沈阳地铁现状概况

沈阳地铁已运营线路全长55.07公里、地铁一、二号线共开行列车11.63万列 标准段宽20.7米、净高4.5米以及跨河

设站 43座(图1)。

自 2010 年 9 月至 2014 年 7 月, 地 客 1.46 亿人次, 日均达 68.77 万人次。 地铁一、二号线(含二号线北延线 铁一、二号线共开行列车57.29万列次, 一期)工程分别于2005年、2006年开 运营里程1465.89万列公里,客运总量 工建设,均已按期建成并投入运营。目前, 6.39亿人次。其中, 2014年1~7月,

次,运营里程312.46万列公里,运送乘

2. 沈阳隧道现状概况

目前沈阳隧道长7.1公里,包括快 速路隧道5.6公里,机动车双向4车道,





图 2

隊道1.5公里,双向6车道。

朱尔屯立交桥,全程无信号通行,行车 蔓延,扩大损失。 速度提升至60公里/小时(图2)。

二、地铁及隧道建筑特点及危险性

1. 建筑特点

建筑内部有自动报警系统、自动喷 淋设备等,相应的消防设施齐全:地铁 及隧道(以下简称隧道)为典型的管道 结构, 且埋入地下20米~30米, 跨度大; 一旦起火,燃烧会产生大量的有毒浓烟, 且烟雾容易积聚。

2. 危险特性

- (1) 隊道火灾危险性高,由干隊道 的非水平结构,一旦出现火灾事故,通 风排烟较难: 隧道持续高温会造成结构 损坏, 甚至出现隧道坍塌等严重后果。
- (2)火灾救援难度大,火势蔓延快, 不易控制, 隧道因车辆事故、车体相撞 等引起火灾后,由于车辆本身携带一定 量的燃油,火势蔓延快,很难加以控制。

通道易堵塞,隧道纵深距离长、路 三、"十三五"消防建设面临的形势 脉,实现了从二环五爱立交桥至北三环 以疏散,极易造成堵塞,火势顺着车辆 社会的决胜阶段,是全面落实沈阳市

> 灾后,烟雾将迅速充满地下空间,虽有 通风设备,也难以及时排出烟雾。当洞 内因车辆碰撞等事故引起大火时,油料 燃烧,温度很高,往往使灭火人员无法 较大 靠近,以延长灭火时间。

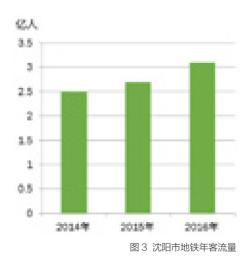
(3)人员疏散闲难,供电中断、疏 散困难:着火后,供电停止,会给扑救 工作带来极大困难。隧道内通道长、狭窄, 照明条件差,着火后能见度低,人员难 以及时疏散, 易引起被困人员惊慌失措, 从而酿成更大的惨祸。

高温有毒烟雾积聚,不易排出: 地下密闭环境, 使火灾产生的高温、 有毒浓烟迅积聚,不易排出。这不仅 严重危害被困人员的生命安全, 而且 使消防队及其他抢险救援人员也难以 及时施救。

"十三五"时期是全面建成小康 "十三五"总体规划的关键阶段,面对城 浓烟高温、扑救困难,隧道发生火 市进程加快、高层建设、地下空间建设等 人流量密集区域的快速进程,消防工作面 临新的挑战,经受严峻的考验(图3)。

1. 火灾频率仍然较高, 损失仍然

依据近年火灾情况统计调查,



医食品 OHE-HETHERE ADDITO 北站 FRAME OF 图例 夏埃普通清助站 取状特型預防以 提供地铁站点 RES. 在建及规划地领线

图 3

2011-2015年沈阳市发生火灾25163起, 死亡108人,受伤25人,直接经济损 繁重 失28233万元,火灾损失较大,沈阳市 火灾形势仍然严峻。

老验

增加,截至2015年底中心城建成及封 顶的超高层建筑达 124 栋, 年平均增长 率为58%, 依据增长率预测到2020年 沈阳市超高层建筑将达到300栋。

中心城现状及在建地铁线路5条, 现状 44 个地铁站点, 地铁线路客流量逐 年增大,这些区域一旦发生火灾疏散困 博览会"等各类文体活动、节日庆典、 难,造成重大损失。

3. 抢险救援和社会救助任务日趋 四、地铁与隧道消防规划方案

随着新《消防法》的颁布实施,消 防部队所担负的职能任务从原来以火灾 2. 城市发展迅速消防工作经受巨大 扑救为主逐步向承担以抢救人员生命为 工作与城市空间的关系,建立先进完备 主的多种灾害救援职能拓展,以及人民 的消防系统。 "十二五"期间,城市超高层逐年 群众消防安全需求的日益增长,消防支 队各类抢险救援任务日益繁重。

4. 消防勤务保卫任务日益频繁

成年度两会保卫、重大节日消防安全保 卫任务外,还圆满完成了"足球中超联 赛"、"奥运会足球赛"、"世界园艺 会展演出及日常消防勤务保卫任务。

1. 规划原则

以"预防为主,消防结合"为方针, 贯彻执行消防法律法规, 科学统筹消防

2. 消防站(队)规划

以"多点调集、两端集结、双向救援" 为目标,以"1对1联络,3公里备战, 近年来,沈阳市公安消防支队除完 5公里集结"为原则,结合隧道出入口、 金廊沿线重要站点,升级改造北站、南市、 沈河、奥体消防站队 4 座,填补沈阳地 铁隧道消防救援空白(图4)。

3. 消防装备规划

本次规划通过收集并分析北京、上

海、广州较成熟地区消防材料。广州、 深圳、上海三市地方政府每年投入消防 装备建设专项经费超2亿元以上,大量 购置配备了整装讲口化的车辆及各类器 材装备,全市装备统型效果良好,既保 证了装备使用的稳定性、耐用性,又方 便维保。特别是针对地铁事故救援方面, 广州支队配备了美国讲口的大功率破拆 机动链锯、手持式电动破拆无齿锯及德 国讲口的救生照明线:深圳支队配备4 台德国进口的大功率正压式排烟车,有 效解决地铁救援现场排送烟的难题; 配 备了德国进口的远距离烟雾探测仪,可 在500米距离范围内利用图像成像系统 观测各类有毒有害气体的泄露、蔓延情 况:配备了美国进口的移动对讲设备, 结合"普天"系统圆满解决地下通讯联 络不畅的问题。上海总队配备了瑞典讲 口的大型捆扎式破拆锯, 有效解决了地 铁车厢厢体破拆的难题: 配备了德国讲 口的头盔式热成像仪以满足浓烟条件下 的火情侦查工作需求,同时配置了整套 无线图像传输系统为后方指挥员做判定 指挥提供实时依据; 配备了可与多功能 抢险救援车配套随行的日本进口电动叉 车,有效解决重型救援装备(发电机、 排烟机等)现场搬送难的问题;北京总 施救。 队配备了美国讲口的智能空气呼吸保护 系统及人员定位系统,有效解决了深入 地下开展救援作战人员的自我安全保护 问题: 配备了地铁事故救援器材运输车, 内部装载灭火、照明、移动排烟等各类 便快捷。 型专业化器材装备,有效解决器材一次 性运输及现场维修补给的问题。

结合沈阳市消防站配备装备实际情 况,对现状消防站应急救援装备升级提 出以下建议:

(1) 移动排烟器材的选用:建议对 电动排烟机进行改良,将功率提升到12

表 1 现状消防站应急救援装备升级一览表

名称	性质	现状占地面积	现状车辆	侧重	替换
北站	特勤	6989 平方米	4辆	隧道、高层、商业扑救	2(双头 1 辆,排烟 1 辆)
南市	普通	1972 平方米	6辆	 	1 (双头)
沈河	普通	2173 平方米	6辆	文物、隧道	1 (双头)
浑南	普通	12000 平方米	10 辆	隧道、高层、商业	2(双头1辆,排烟1辆)

千瓦,排烟量达到5.5万立方米/小时, 大大提高排烟效率。

- 入内部行动的人员佩戴自循环氧气呼吸 器,携带移动供气源,配置多面罩呼吸器, 站队; 供被困人员或救援人员紧急情况下使用。
- (3) 隧道双向驾驶消防救援车的选 用:建议购置隧道双向驾驶消防救援车. 进可攻、退可守, 直抵灭火救援现场, 进行快速、高效的处置。
- (4) 疏散通道内运输工具的选用: 建议在逃生通道内配置 75 厘米宽的正三 轮摩大功率电动托车, 用于快速运送消 防员及相应装备器材到达救援现场进行
- (5) 滑行逃生通道的改良措施:建模块化储备模式。 议隧道管理公司将所有铁盖改换成轻质 工程塑料,便于消防员开启。将部分滑 梯改为台阶,便于消防员救援时上下方 伍、明确执法责任主体;
- 近隧道的消防站队配置轻型升降泛光灯, 解决隧道内不方便利用照明车引入移动 照明灯照明的难题(表1)。

4. 规划导引

- (1) 灭火救援工作方面
- ① 开展隧道实地测量及调研工作,

堂握基础资料:

- ② 成立专题研究组,制定隧道消 (2) 火场供气设备的选用:建议深 防救援基本方案,推广战术安排;
 - ③ 组建隧道消防救援专业消防
 - ④ 实施多种模式实战训练与演练;
 - ⑤ 搭建多专业平台,专家智库建 设, 应对突发事件。
 - (2) 车辆装备建设方面
 - ① 全面提升个人防护装备水平, 逐步实现"高性能、轻量化"标准配备;
 - ② 重点加强破拆、排烟、照明、 侦检、通讯及器材运输等六大方面专业 化装备配备:
 - ③ 探索推行专业装备系统集成化、
 - (3) 防火监督指导方面
 - ① 充实地铁专职消防监督管理队
- ② 出台辽宁省地铁设计地方标准, (6) 移动照明设施的选用:建议靠 对站厅站台层增设自动喷水灭火系统:
 - ③ 强化地铁建筑消防设施管理;
 - ④ 建立健全消防监督管理模式;
 - ⑤ 明确地铁相关产权单位的主体 监管职责、范围:
 - ⑥ 成立地铁的企业专职消防队伍;
 - (7) 采取联合验收模式。

沈阳市老城区综合管廊规划设计

苗伟 侯頔 姜月 / 沈阳市规划设计研究院有限公司 李红英 / 沈阳新大陆建筑设计有限公司

摘要 沈阳市作为首批地下综合管廊试点城市之一,已在老城区开展了综合管廊的建设。文章结合沈阳市综合管廊专项规划的编制和试点工程 项目,从老城区综合管廊建设的需求出发,对综合管廊的适宜建设区域、布局结构、容纳管线、三维控制与可持续利用、断面及施工方 式等方面内容进行系统研究,以期为其他城市老城区综合管廊的规划设计提供思路及经验。

一、引言

综合管廊是建干城市地下用干容纳 两类及以上城市工程管线的构筑物和附 属设施, 其发展历程近200年, 技术已 经日趋完善, 且具有集约利用地下空间、 城市环境等诸多优点。近年来中共中央、 两批管廊试点城市及各地也在稳步开展 工作。相对老城区而言,在新城区发展 综合管廊, 具有良好的建设条件, 有利 于一步到位地构建市政干线骨架,为新 城区的平稳发展奠定基础。老城区普遍 存在开发强度高、人口密度大和基础设 施承载力不足等现实问题, 而地下空间 资源紧张,改造条件不佳,更是问题突 出的所在区域。因此,如何合理地在老 城区规划建设综合管廊,同样值得关注。

二、沈阳市综合管廊建设的现状问题 及影响因素分析

沈阳市目前仅在浑南新城建设有综 合管廊。浑南新城在位置上属于新城区,

有利于新城构建市政干线骨架,但由于 干线实施建设对城市产生的影响。 市政配套并未充分发展起来, 也存在使 用需求小、利用不充分的问题。在容纳 管线方面, 浑南新城依据电力隧道的走 向布置,优先容纳高压电力干线,同时 节约土地资源、延长管线使用寿命、保 考虑了给水、通信管线。现状管廊建设 障安全运行、完善城市自身功能及美化 断面较小,甚至可以说是对电力隧道的 进一步利用,并未充分发挥管廊作用。 国务院多次发布文件推进综合管廊建设, 在管理方面,由于目前市政管线进入管 廊的政策尚未明确,各企业考虑运营成 本和后续管理上的困难,将各自管线放 投资。 入管廊敷设的积极性也不高。

> 影响沈阳市综合管廊建设的因素有 以下6个方面:

(1) 市政主干管网。

上文提及的急需建设的供水、电力、 供热等城市主干管网,具有服务范围广、 维修养护影响大等特点。同时,这些管 线需要较长距离地穿越老城区, 存在线 路选择较难、实施难度大、建设周期较 作用,不宜利用现状及在建地铁区间作 长和交通影响广等问题。鉴于以上特征, 应在各专业市政主干管线集中的区域布 为密集的区域,一般采用明挖、盖挖的 置综合管廊,通过管廊建设,减少各条 方式。两种方式在施工期间会对站点沿

(2)快速路系统。

城市快速路系统多采用地面高架、 地下隧道及节点立交等建设方式。结合 快速路系统布局,依据沿线用地对配套 市政管线种类、数量、规模的需求和道 路地下空间条件,合理选择快速路高架、 隧道和节点立交等不同建设方式, 统筹 布置综合管廊并同步实施,兼顾市政供 给和工程本身对交通的影响,降低工程

(3) 地铁线网工程。

地铁线网工程包括区间隧道和站点 两部分。为保证车辆运行安全, 地铁区 间隧道设置建筑限界、设备界限和车辆 轮廓线,目前沈阳市为地铁运营服务的 配套管线敷设在设备界限之内,基本占 满敷设空间;由于地铁区间隧道同时兼 具人防功能,对管线敷设有一定的限制 为综合管廊。地铁站点多布置在客流较

线道路及市政管线产生影响,大部分站 点需要进行管线排迁, 且站点出入口通 常贯通道路红线,位于道路红线的两侧。 可以结合站点的建设敷设过路缆线管廊, 解决与站点相矛盾的管线的排迁问题,

(4)人防工程。

源、现有人防工程经过适当改造,平时 东、西部水厂至和平、沈河等老城区既 有各类管线总长度为 2 万余公里,其中 可兼顾基础设施用涂。建议将既有人防 有水厂的输水干线。 工程作为城市综合管廊使用。

(5) 电力隧道。

五爱街、西顺城街、东北大马路和浑南 目前既有电力隧道空间使用率较高,没 劝工等 220kV 变电所的联网工程。 有敷设其他专业管线的条件; 规划新建 电力隧道可容纳相互匹配的市政管线, 作为城市综合管廊使用。

(6) 节点过街设施。

人立体过街设施不足和通行空间不连续 等问题, 沈阳市拟建设一批下穿铁路桥 和立体过街通道等地下节点设施。这些 征,可结合上述项目的实施配套建设穿 穿越预留条件,避免道路反复开挖。

分析

各城市建设综合管廊的需求不同, 管廊建设的作用也不同。笔者认为,应 以需求为导向,以可实施为目标,以解 决现实问题为根本进行综合管廊的建设。

1. 提升基础设施服务水平的需求

近年来,随着沈阳市对基础设施建 设力度的不断加大,基础设施的总体水 平有了较大提高。但对比国家系列文件 政策要求,居民具有进一步改善城市总 体环境质量的诉求, 沈阳市基础设施建 设步伐仍需加快,重点体现在提升基础 设施的承载能力、服务水平和进行老旧 管网改造等方面。

(1) 主干管网建设的需求

在给水工程方面,为合理开发和保 护地下水资源, 沈阳市政府出台了关于 年代超过50年的管线占26%; 市街危 封闭地下水取水工程实施方案,提出实 旧燃气、供热管网超过300km,老旧管 行最严格的水资源管理制度,控制开采 网改造需求迫切。 并为道路两侧市政管线的衔接预留条件。 地下水,改善水生态与环境状况。按此 要求,需要通过引入优质地表水水源以 人防工程是城市重要的地下空间资 替代原有地下水水源,即建设三环外围

在电力工程方面, 沈阳市电源主要 引自东北电网系统电源, 电能较为充足, 沈阳市老城区已建成多条电力隧道, 但缺少直供老城区的 500kV 变电所, 造 主要分布于胜利大街、中华路、西滨河路、 成 220kV 变电所负载率过高, 地区用电 紧张,可靠性也较低,需要建设500kV 大道等街路, 断面尺寸多为 2.3m×2.3m。 盛京变电所及其与老城区滂江、宁山、

态环境,解决老城区雨污分流、内涝积 空间紧张。 水和水体黑臭等问题, 沈阳市政府计划 对老城区南运河、北运河、辉山明渠、 影响 为解决既有铁路对城市的阻隔、行 满堂河及细河 5条运河水系进行综合整 运河沿线截污干线等工程。

在供热工程方面, 为解决北方城市 设施具有穿越铁路、城市道路的显著特 的冬季供暖问题,沈阳市政府出台蓝天 西北二环、东西高架和东陵路等快速路 行动实施方案。按此方案, 沈阳市将开 越铁路、道路的节点管廊,为远期管线 展20吨以下燃煤锅炉拆除联网工程,通 过热电联产和大型热源建设改善城市环 三、沈阳市老城区综合管廊建设需求 境,提高供热系统的舒适性和可靠性。 为控制燃煤热源的建设,规划建设的热 电厂多布局于三环外围,需要新建其与 复、地下障碍的处理工作,以及各产权 老城区内部供热管网连接的输送线路, 同时也需建设各大型热源之间的互联互 构与市政管线争抢地下空间资源的现象 通管网(图1)。

(2) 老旧管网改造的需求

远。近年来, 沈阳市陆续开展了城乡结 合部供水、供气、供热三网改造等专项 工作,努力提高管网运行的安全性、稳 定性。但从实际运行情况看, 市政管网 仍存在大量超期运行、年久失修、隐患 严重和供给不足等问题。例如, 在给水 管网中,混凝土管线占总长度的8%,

漏失较为严重: 在排水管网中, 重现期 低于 0.33 年的干线占比近 70%, 建设

2. 集约利用地下空间的需求

(1)管网高密集区地下空间资源不足

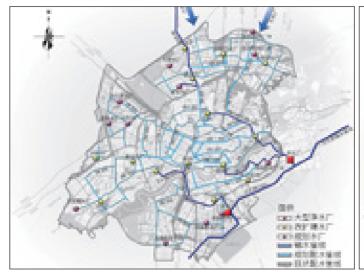
依据相关数据,沈阳市中心城区既 二环内老城区现状管线密集, 地下基础 设施空间紧张(图2)。例如,太原街 等十余片老城区, 部分街路管线密度超 过20条/路,往往一条街路存在多条给 水、电信、电力和燃气等小管径管线, 且敷设无序线位交错。管线密集的道路 也存在红线宽度较小、两侧建筑密度大、 建筑后退红线距离短和拓宽条件不佳等 为提高城市排水防涝能力,改善生 问题,致使新建及改造的各类市政管网

(2) 重点工程建设与地下管线相互

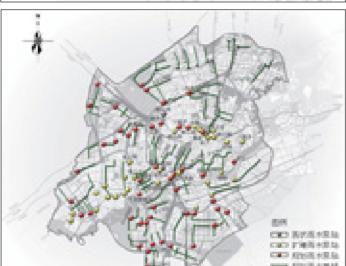
为切实提高居民出行效率,解决老 治,需要在老城区内建设五爱街、南北 城区交通拥挤问题,沈阳市拟实施轨道 交通、快速路建设等一批重点工程。在 快速路方面,在已经建设完成的北一环、 的基础上,实施南北二干线、东一路、 文化路、万柳塘路和黄河大街等快速路 工程,形成系统完善的快速路网络体系。 这些位于老城区的重点工程, 在实施过 程中难度巨大,包括既有管线排迁和恢 单位的沟通协调等。其中, 工程主体结 较为普遍。例如,南北二干线快速路工 程的道路红线宽度为 40m, 地下隧道主 沈阳市老城区基础设施建设年代久 体结构为 24.7m, 两侧共计有 15m 的空 间,而现状道路下有十余条管线,按照 相关规范要求, 隧道主体结构外空间根 本无法满足既有管线的敷设, 更满足不 了新增及扩容管线建设的要求(图3)。

3. 减少道路反复开挖及提升城市景 观的需要

目前,马路拉链问题是我国城市的







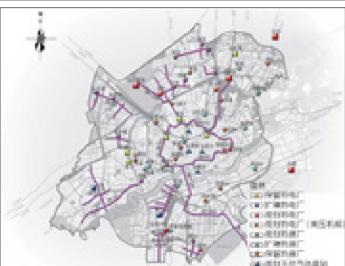


图 1 中心城区市政主干管网规划图



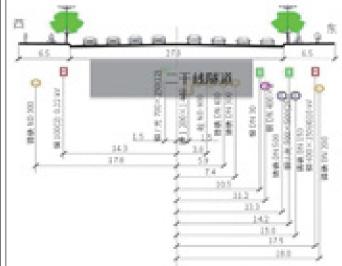


图 2 现状管网密度分析图

图 3 南北二干线快速路工程现状管线断面图

54 / 沈阳·规划视野/基础设施规划

道路被反复开发的原因较多,如北方城 市初雪所造成的道路破损翻建,管线建 设与地块开发、道路交通和地下空间缺 乏统筹,同一街路市政管线建设时序缺 乏统筹, 市街管线与用户接驳线建设缺 乏统筹,以及各专业管线的改造扩容等, 这既影响了市民正常出行, 又增加了城 建工程建设成本。另外,老城区内尚存 在部分高压架空电力线路, 这些架空敷 设的杆、塔景观极差,对用地分割严重, 迁移及改造占用空间廊道较大。

四、沈阳市老城区综合管廊规划设计 的技术路线

规划希望针对综合管廊布局的影响 因素, 首先划定管廊的适宜建设区域, 借鉴国内外既有综合管廊系统的运行经 验,确定管廊布局结构和容纳管线,从 而讲一步确定综合管廊的布局和三维控

主要通病之一, 沈阳市也不例外。造成 制要求。其次, 考虑到综合管廊作为百 集中的区域, 现状管线密度大、工程建 年工程,需要应对市政供给需求和方式 的转变, 所以后续提出了综合管廊可持 续利用的一些建议,并对管廊施工方式 施、可与地下空间结合的区域作为管廊 作了初步探讨。

内容解析

1. 适宜建设区域划定

住建部印发的《城市地下综合管廊 工程规划编制指引》提出,高强度开发和 管线密集地区应划为管廊建设区域; 国 务院办公厅关干《推讲城市地下综合管 廊建设的指导意见》提出,老城区要结 合旧城更新、道路改造、河道治理和地 下空间开发等, 因地制官、统筹安排地下 综合管廊建设。因此,规划对影响沈阳 市老城区综合管廊建设的因素进行分析。

综合管廊应与地下管线、道路交通 和地下空间紧密结合;应将市政主干线

设空间不足的区域, 近期快速路建设的 沿线, 以及可利用的人防等既有地下设 建设的区域。同时,应与相关工程同步 五、沈阳市老城区综合管廊规划设计 实施,节约建设资金。规划综合各类因素, 运用 GIS 系统多因子评价法分析,划定 老城区综合管廊的适宜建设区域(图4)。

2. 布局结构选择

综合管廊是敷设城市工程管线的构 筑物, 其布局结构应满足市政管线所具 有的系统性与整体性的特征。因此,应 尽量考虑呈环状布局与支状结合的结构, 如日本大阪共同沟多采用以环状管廊为 基础、以放射与二级环状管廊为辅助结 构的网络化地下综合管廊布局。其中, 主干管廊相互连接形成管廊网络,同时 接收来自各个放射管廊的市政源,确保 市政供给的可靠性; 放射网络将外围市

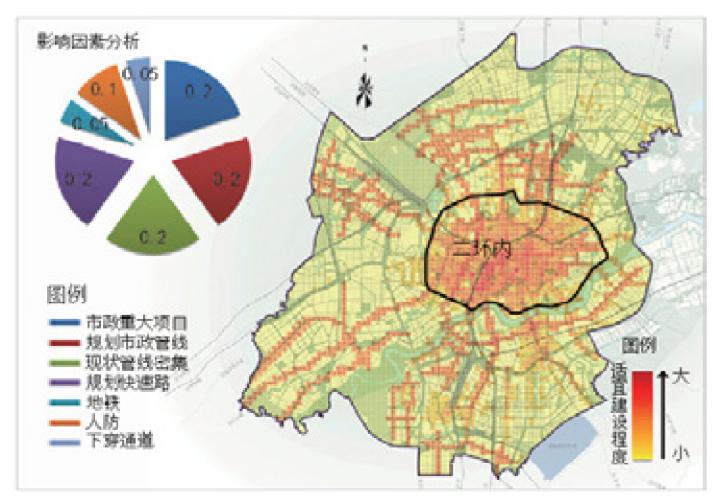


图 4 综合管廊适宜建设区域分析图

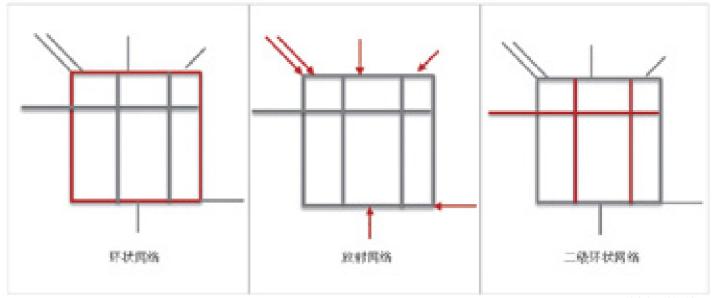


图 5 综合布局结构分析图







图 6 干线管廊布局图

图 7 支线管廊布局图

图 8 缆线管廊布局图

政源头引入主城,确保市政供给的多重 入廊管线以电力、通信、给水、中水、 性; 二级环状网络确保灾害时重要区域 供热和供冷等管线为主。因此,给水、 的市政供给连续性(图5)。

3. 容纳管线选择

成熟,容纳管线种类齐全,包括给水、 排水、中水、电力、通信、供暖、燃气、燃气管线消防监控成本高,占用管廊 压缩空气和垃圾收集等。随着我国综合 空间明显,支线不入廊,矩形断面时 设,容纳给水、污水、雨水、电力、电信、 管廊技术规范的不断完善,管线入廊种 干线可以入廊。 类也日渐增多。《城市综合管廊工程技 术规范》(GB 50838-2015)已明 确提出: "给水、雨水、污水、再生水、 互配合的管廊体系,通过干线管廊提升 电力、通信、天然气、供热等城市工 基础设施总体服务水平,保障供给安全; 程管线可纳入综合管廊。"具体入廊管

再生水、电力、电信、供热管线可以 三纵"的结构,长度为88km。其中,"一 优先入廊;排水管线对管廊埋深有较 环"管廊沿南运河、北运河和卫工明渠 国外综合管廊建设历史悠久,技术 大影响,结合具体管廊的施工工法和 布置,容纳中水、给水、电力、通信、 竖向控制,部分区域纳入综合管廊;

4. 管廊布局规划

通过支线管廊建设集约市政管线空间,为 线应根据实际情况进行分析。国内常规 地下空间开发创造条件;通过缆线管廊

建设为后续市政管线过路敷设预留条件。

对于干线管廊,规划形成"一环、 供热、燃气等8种管线: "三纵"管廊 分别沿南北二干线、兴华街和南京街敷 供热等7种管线(图6)。

支线管廊主要布置在老城区的管线 规划形成干线、支线、缆线三级相 密集区,规划布置支线管廊30条,总长 度为 94km (图 7)。

> 缆线管廊结合在建和拟建地铁站点、 立体过街通道和穿跨铁路通道布置,总 长度为 66km (图 8)。

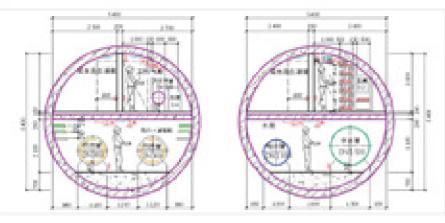


图 9 支线综合管廊布局图

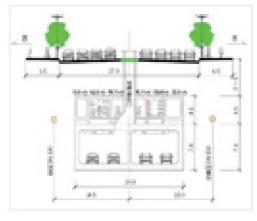


图 10 缆线综合管廊布局图

表 1 地下道路(隊道)、地下慢行通道、地下商业街和人防通道的设计要求

对比项	地下道路(隧道)	地下 慢行通道	地下商业街	人防通道
设计宽度	≥ 9.75m(时速 60km/h,单洞双车道); ≥ 9m(时速 40km/h,单洞双车道); ≥ 4m(时速 km/h,单洞单车道)	≥ 4m	单侧商业净宽≥6m; 双侧商业净宽≥8m	≥ 1.2m
设计净高	≥ 4.5m	≥ 2.5m	≥ 3.5m	≥ 2.0m
通行 方式	机动车通行	步行、 骑行	步行	步行
转弯 半径	平曲线半径≥ 300m, 最大纵坡不超过 3.5% (时速 60km/h); 平曲线半径≥ 150m, 最大纵坡不超过 7% (时速 40km/h)	_	_	_

断面形式	单位造价	施工速度	结构安全性	断面利用率	周边影响
明挖矩形	低	高	中	官	大
暗挖矩形	低	低	中	高	中
暗挖拱形	中	低	高	中	中
盾构圆形	高	中	高	低	小

表 2 管廊施工工法比较

5. 管廊三维控制规划

(1) 平面位置

综合管廊位置应根据道路横断面、 地下管线和地下空间利用情况确定,宜 平行于道路中心线敷设。干线管廊宜设 置在机动车道、道路绿化带下; 支线管 廊官设置在道路绿化带、人行道或非机 为充分利用管廊空间资源,提出管廊未 合地下基础设施空间,破解城市发展瓶 动车道下; 缆线管廊宜设置在人行道下 或结合地下穿越设施设置。

(2) 竖向控制

综合管廊的覆土深度应根据地下 设施竖向规划、行车荷载、绿化种植及 设计冻土深度等因素综合确定。综合管 廊纵向除特殊位置外,坡度最小控制在 0.1%, 最大坡度控制在10%以内。综 保证管廊顶板覆土深度≥ 1.8m(盾构≥ 板上敷设。

6. 管廊可持续利用规划

考虑城市未来基础设施供给方式从 集中向分散、从有线到无线的更新转变, 规划以综合管廊"百年工程"为出发点, 来的利用设想。综合管廊的利用可分为 地下道路(隧道)、地下慢行通道、地 下商业街和人防通道4个方面(表1)。

7. 管廊断面及施工方式

杂,综合管廊的实施难度、交通影响均 于试点阶段,并未全方位的开展,经验、 相对较大。综合管廊的常用施工方法包括 明挖、暗挖和盾构等,对于不同的区段, 合管廊不与其他专业管线交叉时,尽量 应该综合考虑单位造价、施工速度、结构 安全性、断面利用率和对周边影响程度等 外径),满足进出线覆土要求;与各专 因素,合理确定综合管廊断而及施工工 此类问题的深入探讨。

业管线交叉时,专业管线宜在综合管廊 法。经过研究,本文确定南运河综合管 廊采用盾构圆形断面实施, 南北二干线 综合管廊结合快速路隧道工程建设采用 明挖矩形断面实施(图9,图10,表2)。

在老城区发展综合管廊,能有效整 颈,为城市的更新改造创造条件。但老 城区情况复杂,实施难度较大,且各城 市的建设条件不尽相同,综合管廊的规 划建设应因地制宜、合理布局,确保发 与新城区相比,老城区地下条件复 挥能效。目前综合管廊工程在我国尚属 政策等尚需总结和进一步完善。本文通 过对沈阳市老城区综合管廊规划设计的 探讨,希望能为类似地区的管廊规划提 供一点思路, 更希望能引起广大同行对

"双新"背景下的城市新区地下综合管廊规划研究

一市政规划:基础设施规划

史伟男 李佳宁 蔡南 田东林 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 2013年9月16日,国务院发布《关于加强城市基础设施建设的意见》意见指出全面启动地下综合管廊工程,新建道路、城市新区和 各类园区地下管网应按照综合管廊模式进行开发建设。综合管廊代表"精细化、集约化、可生长化"的先进市政基础设施,已成为城市 规划的重要设计项目。本文通过国内综合管廊成功案例介绍与分析,给予此种工程合理选择规划地点、制定规划路径、容纳管线专业基 本层面的规律性总结,提出"定位新城高密度区"、"5公里规模效益""四大必收纳专业"的设计理念,为同类工程规划提供借鉴。

一、引言

为落实中共中央国务院"国家新型 型综合管廊。 城镇化规划(2014-2020年)"的要求, 适应新常态经济的历史需要,自2013 年9月至2015年5月, 自国务院到地 方政府陆续发布了关于地下综合管廊建 设规划的重要文件,2014年6月14号, 国务院办公厅发布《关于加强城市地下 管线建设管理的指导意见》(国办发[2014〕27号);2015年5月29日,住 建部发出《城市地下综合管廊工程规划 编制指引》的通知,同年4月财政部、 住房城乡建设部于组织了2015年地下综 合管廊试点城市评审工作, 最终 10 座 城市成为2015年地下综合管廊试点。"双 新"对城市新区建设的要求可概括为"精 细化、集约化、可生长化", 地下综合 管廊的投用能切实加强城市地下管线建 设管理,保障城市安全运行,提高城市 综合承载能力和城镇化发展质量, 其规 划建设已经刻不容缓。

二、综合管廊形式与容纳专业介绍

1. 综合管廊形式

综合管廊常用的有三种形式, 即干

线型综合管廊、支线型综合管廊、缆线 修及检测要求高。

(1)干线性综合管廊

机动车道以下,负责为支线管廊实现供 给服务,以给水、电力、电信、供热、 燃气等管线为主要收纳管线,特殊情况 管线,结构断面以矩形居多。支线管廊 将雨、污水系统纳入。干线管廊覆土深 度主要影响因素有: 当地的冰冻深度、 绿化种植、道路施工、行车荷载、管线 竖向规划等。干线管廊具有高度的安全 小,施工费用较少。 性, 其特点有覆土最深、结构断面尺寸 最大、系统最稳定、输送量最大, 但维

(2) 支线性综合管廊

支线管廊为干线管廊和终端用户之 干线管廊主要布置于道路绿化带、 间相联系的通道,设置于非机动车道、 人行道以下, 主要收纳的管线为给水、 电力、电信、供热、燃气等直接服务的 覆土深度主要影响因素有: 当地的冰冻 深度、管线竖向综合规划等。支线管廊 系统稳定性和安全性较高,有效断面较

> (3) 缆线性综合管廊(图1) 缆线管廊管线直接供应各终端用户,

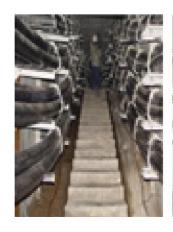






图 1 干线型综合管廊、支线型综合管廊、缆线型综合管廊形式图

一般布置在人行道下, 其纳入的管线主 用的重点之一。 要有电力、电信等, 缆线管廊覆土深度 主要影响因素有: 当地的冰冻深度、管 张杨路综合管廊建成, 开创了第一条规 线竖向综合规划等。缆线管廊具有埋深 模最大、距离最长的综合管廊,该综合 浅、空间断面小、建设施工费用少的特点, 管廊全长11.5公里, 收容了四种城市管 在维护管理方面:不设有通风、监控等 线。近年,伴随城市区域的不断扩展, 设备, 在维护及管理上较为简单。

2. 综合管廊容纳专业分析

(1) 纳入管线的要素分析

的主要影响因素有: 地质、水文等自然 条件、地貌、经济社会发展状况,再以 经济、技术、安全以及维护管理作为辅 助条件分析等。管线抢修次数是是否被 收纳应考虑的重要因素之一,维修次数 的增加,对交通与环境造成的损失会成 倍增加,将其纳入综合管廊内,维修管 理时不需破路占道,这样的社会与环境 效益是明显的; 反之, 将检修次数较少 的管线纳入综合管廊内,产生的效益则 不明显。

(2)标准规范解析

通过对《城市工程管线综合规划规 范》(GB50838-2015)的解读,将收 纳方法分为三种:

管廊内部基本管线:给水管线、电 力管线、电信管线。但是, 电信电缆管 线与高压输电电缆管线必需分开设置。

灵活放入管廊管线: 供热管线、燃 气管线。根据《城市综合管廊工程技术 规范》GB50838-2015规定,燃气管线、 供热管线不得同电力电缆同仓敷设。同 时,燃气管线需单仓敷设。

不纳入管廊管线: 重力流排水管线 不宜纳入综合管廊内, 局部区域的污水 或雨水压力管可根据实际需求考虑进入 综合管廊, 且给水管线与排水管线可在 综合管廊一侧布置,排水管线应布置在 综合管廊的底部。

三、国内综合管廊案例分析

当今城市飞速发展,以传统方式布 置的地下管道远不能符合现代化城市的 发展要求,综合管廊的建设,是城市发 展的必然趋势,是城市地下空间开发利

国内自1994年,上海市浦东新区 各大城市新区逐步开展综合管廊的规划 建设,如上海松江新城、安亭新镇、广 州大学城、武汉王家墩商务区、珠海横 判断综合管廊中是否纳入某种管线 琴新区、南宁佛子岭路、沈阳浑南新城 等相继建设了多条地下综合管廊。

> 长期的使用结果,证明了综合管廊 具有管线直埋方式所无法具有的许多优 点。然而不同的建设背景,建设需求对 管廊的形式, 收纳的管线产生不同的影 响,以下对国内近期已建成的综合管廊 进行介绍与分析,并总结规律性特点。

1. 沈阳浑南新城综合管廊

(1)建设背景

浑南新城 2013 年伴随"十二运" 召开同时开发建设, 是距今最近的综合 管廊建成区。区域内原有多条现状高压 线,且分布凌乱,将新城的用地严重割裂, 不利于新城的土地开发,综合管廊的建 设可有效整合土地资源。

(2)管廊概况

综合管廊内的管线选择:结合浑南 新城的实际情况纳入综合管廊的管线有 220 千伏电力电缆、66 千伏电力电缆、 10 千伏电力电缆及通信管线这两种管 线。给水管线、供热管线、燃气管线及 排水管线均暂不纳入综合管廊内(图2)。

综合管廊的布局及设置:综合管廊 的布局:结合浑南新城总体规划和规划



图 2 沈阳市浑南新城综合管廊规划图

区道路的路网布局, 并依据各专业的专 项规划,采用电力隧道与综合管廊结合 的方式, 浑南新城内将形成"两横、两纵" 的综合管廊布局。

覆土深度、断面形式、尺寸:综合 管廊埋设的深度,直接影响工程造价。 结合浑南新城的实际情况,综合管廊布 置在快车道以外,综合管廊埋深不宜小 于 2.0 米。

综合管廊的标准断面形式包括断面 的大小、形状、分室状况等特征要素。 断面大小主要取决于综合管沟的类型、 地下空间的限制、收纳管线的种类与数 量。断面的净空尺寸考虑了便于人员通 行巡查和管线维护管理等因素。一般情 况下标准断面内部空间净高为 2.1m, 净 宽为管线所需宽度加 0.7 至 1.0m。

根据浑南新城综合管廊容纳管线的 情况,规划综合管廊采用单仓形式的横 断面。其中全运路综合管廊尺寸分别为 3.8m×6.25m、3.8m×3.4m 具有单双仓 的两种尺寸(图3)。

综合管廊的建设情况: 浑南新城综 合管廊规划总长度为31.6公里,目前建 设长度为20公里。

2. 上海安亭新镇综合管廊

(1)建设背景

上海安亭新镇综合管廊 2004 年建 成,是上海郊区新城镇建设中的首次尝 试,旨在提升新世纪新城镇市政基础设 施建设的整体水平和科技含量。

(2)管廊概况

综合管廊内的管线选择:结合安亭 新镇的实际情况纳入综合管廊的管线有 给水管线、电力管线、电信管线及燃气 管线,燃气管线在综合管廊顶端的专用 管槽内(图4)。

综合管廊的布局及设置:安亭新镇 一期 2.5km² 范围内,综合管廊分别敷设 在是环镇路、新镇路及新镇入城段道路, 镇综合管廊均采用单侧布置在道路外侧 小于 1.65m。 的人行道下。



图 3 沈阳市浑南新城综合管廊实施图



图 4 上海市安亭新镇综合管廊规划图

形成"日"字形综合管廊系统。安亭新 新镇路及环镇路综合管廊的覆土深度不 预留管线接入地块接口等特殊地段,管

综合管廊标准断面尺寸采用 段各类管线交叉对空间的需要。 管廊覆土深度在新镇入城段为1m, 2.4m×2.4m, 在丁字路口、十字路口及

廊断面将局部放大,以满足上述特殊地

综合管廊的建设情况:安亭新镇综



图 5 上海市安亭新镇综合管廊实施图

图 6 广州市大学城综合管廊实施图

合管廊建设长度约为5.7公里(图5)。

3. 广州大学城综合管廊

(1)建设背景

广州大学城位于广州市中心南面, 滨临珠江,广州大学城综合管廊 2005 年建成, 是广东省建设的第一条地下综 合管廊, 也是我国目前规模最大, 最长、 体系最完善的综合管廊(图6、图7)。

(2)管廊概况

综合管廊内的管线选择:结合大学 城的实际情况纳入综合管廊的管线有给 水管线、电力管线、电信管线、供热管 线及燃气管线,燃气管线在综合管廊顶 端的专用管槽内。

综合管廊的布局及设置:形成了"一 环主线, 网格细化"的布局结构, 沿外 环主干路中央隔离绿化带下设置综合管 廊,断面形式宽为7m,高为3.7m和 3.1m, 大学城内综合管廊共有5种断面 形式, 主要以双仓式、三仓式为主。

综合管廊的建设情况:广州市大学 城综合管廊建设长度约为17公里。

四、规律总结

据统计,目前全国已建成管廊已有 9万6千余米,平均土建费用约为3400 万元/公里,建设时长已有20年,综合 管廊的技术日渐成熟。对全国各处综合 管廊的建设情况进行统计分析,得到以 下结论(表1)。

1. 管廊选址定位新城、高密度区

城市新区是发展现代城市的必要条 件, 具有用地规整、道路系统性强的特



图 7 广州市大学城综合管廊规划图

表 1 国内已建综合管廊实施详表

城市	建成年份	位置	总长 (KM)	断面尺寸 (宽×高)	收容管线种类	投资 总额(亿)
	1994	上海张杨路	11.5	5.9×2.6 3.7×2.6	给水、电力、电信、燃气	2
上海	2004	上海安亭	5.75	2.4×2.4	给水、电力、电信、燃气	1.4
	2010	上海世博园	6.4	3.3×3.8 6.0×3.5	给水、电力、电信	2.8
北京	2005	北京中关村	1.9	13.6×2	给水、电力、电信、供热、燃气	
广州	2003	广州大学城	17.4	7×2.8	给水、电力、电信、供热	3.7
深圳	2003	大梅沙 - 盐田坳	3.0	2.4×2.85	给水、电力、电信、污水、燃气	0.7
水圳	2013	深圳光侨路	5.5	5.3×2.1 6.3×2.1	给水、电力、电信	
杭州	1999	杭州城站广场	1.1	3.7×3.05	给水、电力、电信、供热、污水	0.149
沈阳	2013	浑南新城	20	3.2×3.0 6.25×3.2	电力、电信	6
无锡		无锡太湖新城	17	6.45×3.4	电力、电信	5.7
厦门		厦门金钟路	5.54	3×3.4	给水、电力、电信	1.88
苏州		苏州月亮湾	1	6.2×3.1	给水、电力、电信	0.4
		苏州工业园	17	4.85 × 3.4	给水、电力、电信、供热	12
武汉		武汉王家墩	6	5.3×2.1 6.3×2.1	给水、电力、电信	2
昆明		昆明昆洛路	23	3.7×3.05	给水、电力、电信	7.8
宁波		宁波东部新城	6		给水、电力、电信、供热	
福州		平潭坛西大道	10	4.9×3.2 2.2×3.2	给水、电力、电信、	
珠海		珠海横琴新区	31	5.5×2.9	给水、电力、电信、供热	



图 8 综合管廊新老城区选址分类图

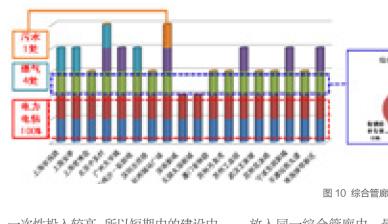


图 10 综合管廊收纳专业柱状分析图

图 9 综合管廊建设长度图

老城区管网已经形成较完整的系统,路 网错综复杂, 道路使用率较高, 改造的 投资较大,从长久利益来看,较容易建 设的区域为中心城区中建筑密度较大的 区域,此类地区虽然具有以上几点困难, 却大部分因为人口密集造成管网所承担 负荷较大,密度较高,很多不满足使用 需要改造,同时综合管廊可以起到节约 空间美化景观的作用, 因此适宜建设综 合管廊。从已建18个综合管廊项目统计 来看,90%的项目建在新城区,仅有的 10% 是北京中关村和杭州城站广场均属 建筑高密度区域,符合上述结论观点(图 8、图 9)。

点,土地整理较为容易,建设难度较小, 适合建设大型综合管廊。反之很多城市

2. 足够体量才能产生规模效应

城市综合管廊的建设的一次性投资 常常高于管线独立敷设的成本。据统计, 日本、台北、上海的综合管廊平均造价 (按人民币计算)分别是50万元/米、 13万元/米和10万元/米,较之普通 的管线方式的确要高出很多。但综合占 用的道路地下空间、每次的开挖成本、 对道路通行效率的影响以及环境的破坏,

一次性投入较高, 所以短期内的建设中, 只有足够大的建设规模才能产生一定的 规划效应。在已建的综合管廊统计中, 建设规模在5公里以上的项目占80%。

3. 电力、电信、给水、供热专业收 纳居多

35

30

25

20

15

10

通过对现状综合管廊收纳专业总结 分析,得到以下结论:①收容电力、电 信专业占100%;②收容电力、电信、 给水占90%; ③收纳燃气仅有4处; ④ 收纳污水仅有1处且均为新规范出台前

属于重力流的原因,管网敷设坡度较大, 燃气属于易燃易爆的气体, 具有一定的 显然要远远低于普通的布置形式。由于 安全隐患, 所以两者均不便与其他专业

放入同一综合管廊内。最终确定给水、 供热(北方城市)、电力和电信为综合 管廊优先收纳四大专业(图10)。

五、结语

■建设长度

在经济新常态的特殊历史时期,在 国家新型城镇化的要求下,如何让新城、 新区的规划更具有前瞻性、科学性,已 经成为建设的首要问题。本文通过对已 建城市综合管廊的研究, 界定了综合管 廊规划理念的应用点,融合了国家有关 标准规范的要素,在结合实践经验的基 础上,明确了综合管廊选址选线及收纳 另外综合管廊布置时,因为排水管 专业的一套规划标准,解决了新城镇建 设的三大问题:"如何节约土地资源, 如何提高城市品质,如何加强城市承载 力并具有可生长的空间"。

"一体化"市政规划模式的实践探索

——以十二运·沈阳全运村市政工程综合规划为例

徐靖文 / 访谈



徐靖文

沈阳市规划设计研究院有限公司生态设计 院院长、沈阳市水利建筑勘测设计院有 限公司和沈阳市环境保护工程设计研究 院有限公司总经理、沈阳市高级人才、浑 南区人民设计师, 教授级高级工程师。出 主持和参与了《沈阳市城市消防专项规划 (2011~2020)》、《城市公共安全与 综合防灾研究》、《十二运"全运村市政 基础设施规划》等重要城市规划、获国家 优秀城乡规划设计二等奖、辽宁省优秀工 程勘察设计一等奖。

线建设发展趋势有什么看法?

基础设施的规划越来越受到各方面的高 设施建设规划,在此基础上,如何将项 度重视,如何充分考虑资源环境影响, 合理的布置基础设施管线,减小建设的 与行业标准规范相结合,同时以实践反 重复工作,保障城市的正常运行及发展, 成为规划部门需要研究的重要课题之一。

于什么背景开展的?

正式批复沈阳经济区为国家新型工业化 综合配套改革试验区, 沈阳经济区上升 的主题(图3、图4、图5)。 为国家战略,国家大学科技城(浑南新城) 地辽宁, 沈阳作为全运会主赛场, 其配 衔接的? 套的全运村项目坐落于国家大学科技城, 全国人民的洗礼(图1、图2)。

在编制初期, 沈阳市规划设计研究

编者:请问您对市政基础设施管 向规划规范》正在进行修编工作,同时 受大浑南建设工作领导小组办公室委托, 随着我国城市化进程的加快,市政 进行国家大学科技城(浑南新城)基础 目个体规划与区域总体规划衔接;如何 证规范, 为规范的修编工作提供实践参 考;如何将项目的各个阶段规划统筹考 编者: "一体化"市政规划是基 虑,实现一体化,可持续的发展目标, 才能符合上级管理部门对新城市政系统 2010年初,国家发展和改革委员会的发展定位及全运村功能及特色的需要, 成为本次市政综合规划进行探索和研究

编者: 浑南新城总体规划和"十二 启动建设,同年,"十二届全运会"落 运"全运村市政基础设施规划是如何

作为十二运全运村的载体, 浑南新 作为目前规模最大的全运村,2013年8 城着力建设成为可持续发展的节能城市。 月31日至9月12日,将代表沈阳迎接 生态化的新型市政设施是其可持续发展 的重要标志。

为了解决传统的市政系统安全性 院主编的国家行业标准《城市工程管线 相对较低、可靠性较差、能源利用率低 综合规划规范》,参编的《城市用地竖 等问题,浑南新城市政规划主要对能源

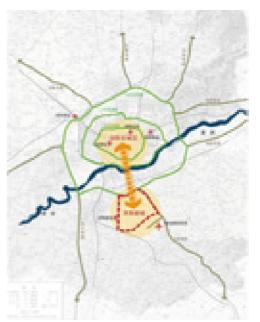




图 1 规划位置图



图 3 全运村城市设计图





图 5 全运村道路建设图

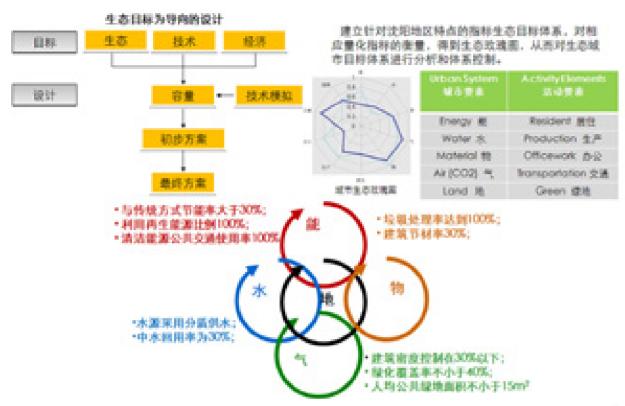


图 6 能源结构图

系统和水系统内部,以及两个系统之间 的生态优化研究,探索建立包含能源系 统、供水系统等市政新技术,通过循环 水系统的建立、智能电网的建设、清洁 能源的利用,将浑南新城基础设施系统 打造成新能源时代可持续发展的节能典 范(图6)。

体自净模式,排水系统以生态用污、用 排结合、绿色增长为目标。提高中水回 用率,建立内部水源的循环利用体系。

市实现各类集中、分布式电源、储能装 置和用电设施并网接入标准化和电网运 行控制智能化,提高电力系统资产的运 营效益和全社会的能源效率。

浑南新城采用常规能源利用和新型 能源利用并举的原则,形成集中式能源 利用和分布式能源利用相互补充、相互 衔接的供热模式。

浑南新城市政规划推动了市政设施 的生态化建设,为全运会的顺利召开提

供了安全保障,为建设可持续发展城市 奠定了坚实的基础。

编者: "一体化"市政规划编制 要求和编制要点有哪些?

开展编制工作之前,依托项目特点, 提出了项目的 4 项配套要求:

- 浑南新城的给水系统采用大自然水 的建设需要有安全可靠的供水水源、供 建设及考虑不同地块的共享共用(图7、 电电源等市政源头:
- (2) 浑南新城作为优质新城, 其道 路及管网系统不允许重复建设, 因此, 浑南新城全新的智能电网,会使城 要结合全运村近远期的建设预留条件, 统一协调不同种类管线的建设;
 - (3)由于周边道路配套管道系统种 类繁多,应当对管网的纵向高程给出较 为明确的规划指引,避免各专业建设各 自为政,引起系统运行不当的问题;
 - (4)全运村内部市政设施及管线的 建设应与环境景观相协调,同时应避免 管线平面布局各自为政,导致施工期间 遇到问题解决问题的尴尬局面。

项目根据上位规划,即浑南新城的

相关市政系统规划,针对上述项目要求, 制订了规划要点:

- (1)针对项目编制全运村市政负荷 预测及供给源引入规划,规划可以有效 指导政府及专业公司进行外部配套:编 制全运村113公顷,11个地块的市政设 (1)作为十二运重点项目,全运村 施及管线控详规划,明确全运村近远期 图 8):
 - (2) 编制全运村道路系统管线综合 规划,根据周边道路断面,明确给水、 污水、雨水、电力、电信、供热、燃气 等专业平面位置,管径流向,避免施工 线位冲突(图9);
 - (3)编制道路交叉口市政管线节 点竖向规划,根据各专业专项规划确定 的规划管径,以排水工程初步设计为基 础, 统筹规划安排各专业管线在路口节 点交叉处的竖向高程, 避免交叉口出现 的倒虹、避让等工程处理措施(图10、 图 11);
 - (4)编制全运村11个地块内部建





图 7 全运村电源示意图

图 8 全运村水源示意图

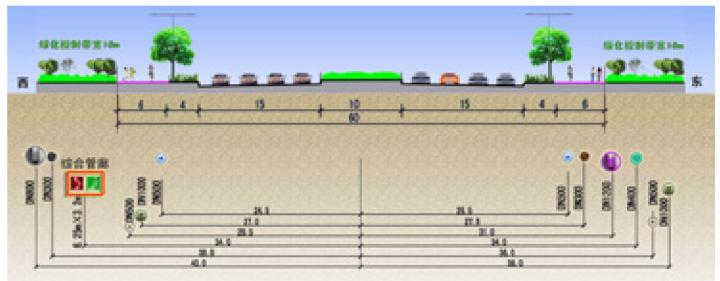


图 9 道路管线规划图

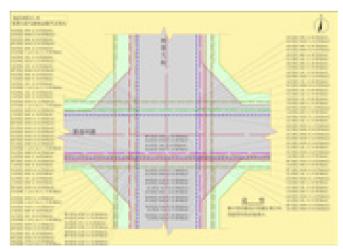
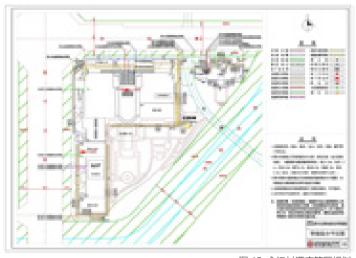


图 10 节点竖向规划图

图 11 节点竖向模型图

66 / 沈阳·规划视野/基础设施规划



中国综合学系统

图 12 全运村酒店管网规划

图 13 住宅部分管网规划

筑室外管线综合规划,明确全运村生活、 消防水池、化粪池、变电所、通信设备 用房、换热站、燃气调压站等设施及各 专业管线的平面位置,专业管线管径、 系统走向, 该规划避免了各专业管线打 架、先入为主的建设方式, 明确了近远 12、图 13);

编者:请您总结一下通过借助全 运会这个大平台, 本次规划点的特点 有哪些?

首先,工作机制方面,采取动态协调, 建立了双三向通道;

多方协调的动态规划, 杜绝遇到问 题后设计方与施工方互相推诿的现象, 以大浑南建设工作办公室为内核,建立 投资单位、规划设计单位、施工单位的 双三向通道,外延采取传统顺时针工作 模式, 内圈以大办为中转站, 相互协调, 彼此修正, 实现高效的沟通方式, 这也 是借助全运会这个大平台而特别创新的 工作模式。全过程的参与、跟踪和指导 也是全新的工作模式, 改变原规划只关 注一个阶段的工作, 而不能将规划理念 落到实处的弊端(图14)。

其次,设计内容方面实现一体化全 覆盖规划;

规划以"面、线、点"解构区域空 间形态,以"输入、沟通、验证、输出"

穿引时间节点,建立了5大层次,8大 全面解决项目将面临的问题(图15)。 板块的立体规划序列, 层层推进, 环环 相扣,实现有证可查、有据可依的无死 实现"毫米级"精度规划; 角规划系列,包含单元控规、室外地面 竖向规划、基础设施专项规划、道路管 充分调研市场现行管材,编写详实的材 线综合规划、市政管线节点竖向规划、 期建设时序,有效指导下一步施工(图 开发地块室外管线规划、市政管线接口 道的埋深、覆土要求,以《城市工程管 规划、开发地块负荷评估及源头规划,

设计创新方面实现节点竖向统筹,

"收集、整合、分析、总结"四步走, 料表,分析管道施工图纸,总结不同管 线综合规划规范》及《城市用地竖向规



图 15 规划内容示意图

划规范》为依据,统筹管线关系,准确 空间定位, 开发软件计算相交点数据, 再进行人工调整与验证, 立体模拟, 实 现科学精细的节点竖向规划(图16)。

把握设计方向, 编制可生长延续的 规划:

高标准把控全运村市政设施建设, 预留充分空间, 力争建设具有充分可生 长性的人类居住地。通过引入综合管廊 技术,建设全新的市政供给系统,新改 增管线可继续布置在管廊内, 使工程管 线可生长; 各专业管线布置在道路两侧 绿化带内,避免改增管线、检修维护管 线时道路重复开挖,破坏道路影响交通, 使得检修维护方便, 使道路系统可生长; 通过准确合理的预测预留,采用多地块 共建共享方式布局供给设施,满足地块 近远期建设需求, 使建设规模可生长(图 17、图 18)。

编者: "一体化"市政规划有何 重要意义?

市政建设规划运用"一体化全覆 盖"的规划理念,融合行业新技术应用, 采取高标准的刚性指标体系、高适应性 的弹性规划方案、提供持续的规划咨 询,全新的市政规划建设模式,建立起 智能高效、可持续发展的循环水系统、 电网系统、清洁能源利用系统。将成为 未来新城新区市政建设的重要发展模式 (图19)。



图 16 节点竖向计算表

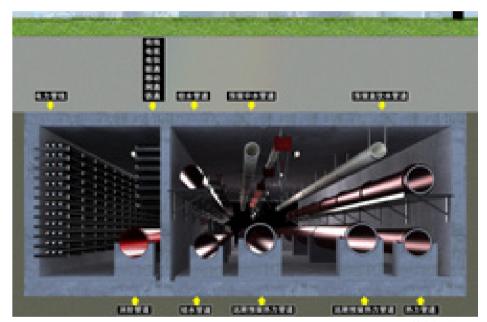


图 17 管廊断面效果图





图 18 管线布置示意图

图 19 全运村建设实景

68 / 沈阳·规划视野/基础设施规划

推进地下综合管廊建设 为沈城发展保驾护航

侯頔 / 访谈



侯頔

沈阳市规划设计研究院有限公司生态设计 院副总工程师,沈阳市水利建筑勘测设计 院有限公司副总经理、沈阳市高级人才、 高级工程师, 主持编制了《沈阳市中心城 区地下综合管廊专项规划》,成功申报国 家综合管廊一批试点城市,参与编制《沈 阳市邮政设施专项规划》、《沈阳市铁西 新城总体规划(2012-2020年)》、《沈 阳市中心城区地下综合管廊专项规划》《沈 阳市 5G 设施专项规划》等规划,获辽宁 省优秀工程勘察设计一等奖。现主要从事 基础设施规划编制工作,致力于研究数学 模型在基础设施规划中的应用。

编者:请问国内外综合管廊的发 展情况如何?

国外综合管廊 1833 年始建于法国, 为提高城市公共卫生系统建设标准,抑 制流行病的发生,建设以排水为主的综 个世纪历史, 其系统已经日趋完善, 具 备比较成熟的建设经验。我国综合管廊 1958年始建于北京,在上海、广州、厦门、 沈阳等城市相继发展,但与国外有一定 差距,尚未得到推广和普及。2015年8月, 国务院办公厅印发《关于推进城市地下 综合管廊建设的指导意见》,推动各个 城市开展地下管廊建设。2019年6月, 住房和城乡建设部办公厅印发《城市地 下综合管廊建设规划技术导则》,进一 步指导各地城市地下综合管廊建设规划 编制工作。目前北京、杭州、太原等城 市综合管廊建设稳步推进。北京大兴国 际机场综合管廊工程长约 11.94 公里, 是北京大兴国际机场外部市政保障的主 线的维修费用,保持了路面的完整性和

信等市政能源管线纳入综合管廊内敷设, 提高大兴机场能源供给的安全保障能力。 太原首个地下综合管廊,位于晋源东区, 包括古城大街、纬三路、经二路、经三路、 实验路,形成"两横三纵"的环状路网 合管廊。之后在英国、德国、日本、俄格局,全长10.15公里,入廊管线包括 罗斯、美国等国家相继建设、至今近2 供水、中水、电力、热力、通信、燃气、 污水和雨水共8种管线,为国内管线最 多的综合管廊。

编者:请问综合管廊的优缺点有

综合管廊作为一种现代化、集约化 的城市基础设施,已经成为城市可持续 发展的重要方向。近几年,国内一些城 市相继出现安全问题。综合管廊的建设 可以消除市政设施的隐患、保障城市安 全。其具有传统直埋管线不可比拟的优 点: 一是避免由于敷设和维修地下管线 频繁挖掘道路而对交通和居民出行造成 影响和干扰,保持路容完整和美观;二 是降低了路面多次翻修的费用和工程管 要通道,给水、中水、电力、燃气、通 各类管线的耐久性;三是便于各种管线 由于综合管廊内管线布置紧凑合理,有 效利用了道路下的空间, 节约了城市用 地,并为地下空间开发提供有利条件; 五是由于减少了道路的杆柱及各种管线 的检查井、室等, 优美了城市的景观: 六是由干架空管线一起入地,减少架空 线与绿化的矛盾。

然而,在综合管廊的建设及运营中 也出现了不可避免的问题。建设综合管 廊的初期投资相对较大, 管廊管理费用 分摊的问题是各管线公司管理运营中所 遇到的新问题。由于管廊内管线的管理 模式与通常管理模式有区别, 需突破原 有各管线公司的管理模式。

划主要内容是什么?

按照市政府的工作部署, 市规划局 先后赴北京、上海等城市开展调研,借 鉴国内外城市综合管廊规划建设的先讲

的敷设、增减、维修和日常管理: 四是 经验,并结合沈阳市的实际情况,在各 相关部门的配合下,完成了规划的编制

> 取了市规划局关于《沈阳市中心城区地 下综合管廊专项规划》汇报。会议原则 同意规划方案,并提出相关要求。会后, 市规划局按会议精神讲行了修改, 梳理完 善了干线综合管廊的结构系统及近期建

2015年10月26日, 市政府召开 2015年第五次规划委员会,会议审议通 过了由市规划局组织编制的《沈阳市中 心城区地下综合管廊专项规划》。

沈阳市按照国家指导意见的部署, **编者:请问沈阳市的综合管廊规** 为适应新型城镇化和现代化城市建设的 要求,本着"老城区集约节约、新城区 一步到位"的基本思路,老城区结合重 点工程的建设需求、新城区结合快速发 展急需高标准基础设施配套的需求,以

保障综合管廊试点工程建设为前提,借 鉴国内外先进经验, 开展规划编制, 逐 步提高城市道路配建地下综合管廊的比 2015年6月10日,市长办公会听例,全面推动地下综合管廊建设,提高 基础设施服务水平。规划范围是沈阳市 中心城区。中心城区规划干线管廊总长度 268 公里, 管廊密度 0.18 公里 / 平方公里。 其中现状管廊位于浑南新城, 规划管廊分 布在三环内及周边9个新城和地区。三环 内老城区形成"一环、三纵"的管廊布局 结构,长度88公里,管廊密度0.19公里 /平方公里,其中"三纵"包括南北二干 线综合管廊、南京街综合管廊、兴华街 综合管廊;新城结合市政系统需求及主 干路建设需要,布置综合管廊,管廊长 度 158 公里。考虑城市未来基础设施供 给方式从集中向分散,从有线到无线的 更新转变,以综合管廊"百年工程"为 出发点, 为充分利用管廊空间资源, 提 出管廊未来的可作为地下道路(隧道)、



图 1 沈阳市中心城区综合管廊规划图

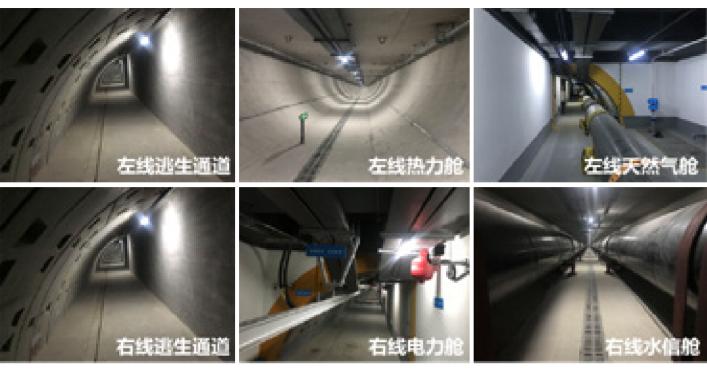


图 2 南运河综合管廊舱室图

设情况如何?

及地铁等五个方面的再利用设想(图1)。 建设打下了坚实的政策和经济基础。为 管廊长度 51.5 公里,包括南运河、南北 编者:请问沈阳市的综合管廊建 保障综合管廊的顺利实施,沈阳市政府 二干线、浑南新城和铁西新城综合管廊, 先后出台7部管理办法和指导意见,并 入廊管线包括给水、电力、通信、供热、 2015年4月,沈阳市获批国家首批 已经与全部市政管线产权单位签订了管 燃气及中水6个专业的管线(图2)。

地下慢行通道、地下商业街、人防通道 地下综合管廊试点城市,为综合管廊的 线入廊协议。目前,沈阳市已建成综合

沈阳市排水系统建设回顾与展望

苗伟 / 访谈



苗伟

沈阳市自然资源局专项规划管理处副处长, 教授级高级工程师, 主持编制了《沈阳市 排水防涝规划》、《沈阳市海绵城市专项 规划》等重要市政基础设施规划,获辽宁 省优秀工程勘察设计一等奖。

编者:请您谈谈沈阳排水系统都 价和运行成本都很低,但也存在着局限 经历哪些阶段?

致可以概括为三个发展阶段。非管线时 设分流制排水系统。

非管线排水指的是利用自然入渗和 明渠排放为主的排水方式,在中华民国 大规模应用开始于二十世纪初期,满铁 建立以前的排水方式多为这种模式。沈 附属地(今太原街地区)、铁西工业区 阳土壤类型以砂性土为主,对雨水的渗 透非常有利, 在现代机械排水设施出现 以前,沈阳的排水系统一直以渗蓄为主。 明清时期的沈阳城已经具备一定规模, 清朝时期的沈阳城郭面积达到近15平方 是合流制的排水方式,以排放污水为主。 公里,但除了皇城故宫内敷设有排水暗 管以外, 其余地区均利用明沟排除生活 废水,粪便通过人力进行运输,雨季则 依靠城内的多处渗塘储存和渗透雨水, 当时城市内的雨水通过道路两侧的排水 但由于长期战乱造成的排水系统疏于管 浅沟排入蓄水坑塘,进行渗蓄,超出渗 理,大量排水管道堵塞严重,泵站设备 蓄能力的雨水排入城市南部的小河沿(现 全部瘫痪,市街污水盈溢、内涝成灾。 状南运河的前身),最终排入浑河。这 建国以后,由于经济发展条件的限制, 种方式充分利用了沈阳的自然条件,造 在90年代以前仍然延续着合流制排水体

性,如卫生条件难以保证,应对大雨暴 沈阳市排水历史发展, 迄今为止大 雨的能力较差。沈阳历史上最大的一场 洪水发生在 1888 年,连日的暴雨令浑河 代排水、形成合流制排水系统、逐步建 决堤,城市内排水渠纷纷涨水,成为洪 水的帮凶,整个城市陷入汪洋。

> 形成合流制排水系统,管道排水的 等地的建设。这个时期人口更加密集, 同时也兴起了近代工业区, 传统的排水 方式无法满足大量排水的需求,管道排 水应运而生。这时的管道(暗渠)排水, 同时在管渠的末端还建设了排水泵站, 大大提升了排水系统的安全性。解放前 夕, 沈阳市建成区总面积全市排水管道 总长度达到 406 公里,排水泵站 4座。



图 1 南部污水处理厂效果图



图 2 环城水系

制。由于合流制污水未得到充分处理, 污染。但排水系统在这一时期得到不断 的完善, 污水收集系统已经日趋成熟, 为污水处理厂的建设创造了条件。

以后, 随着经济的不断发展以及对城市 直接排入水体,造成了一定程度的水体 人居环境要求的日益提高,沈阳开始按 照分流制方式建设排水系统。同时期, 开始建设污水处理设施。沈阳市第一座 污水处理厂为北部污水处理厂,建成于 逐步建设分流制排水系统,90年代 1996年。后陆续又建设了仙女湖污水处

理厂、沈水湾污水处理厂、河口湿地污 水处理厂等,其中河口湿地污水处理厂 是我国第一座生态污水处理厂。至2013 年新南部污水处理厂落成为止, 沈阳主 城区污水处理率已达到100%。但分流 制建设仍在继续。在老城区推动分流制 改造难度很大, 而临多方面的困难。一 方面老城区道路地下管线密集,雨水管 径又普遍较大,管线线位难以确定:一 方面是排水系统的改造是系统工程,从 上游到下游, 如果同期全面施工对城市 交通环境的影响太大; 而且排水接入口 众多, 施丁过程中容易造成混接、错接, 导致分流不彻底。因此沈阳雨污分流改 造至今, 在新区建成了完全分流制排水 系统, 而老区内改造的分流制排水系统, 尚存在分流不彻底现象,还有部分地区 尚维持合流制排水体制。

编者: 苗处长请您谈谈沈阳市内 河水系问题和治理情况?

在沈阳市排水发展历程中, 内河水 系的疏浚和治理是贯穿其中的重要内容。 沈阳市内主要的城市水系有南运河、新 开河、卫工明渠, 三条水系合称沈阳的 环城水系,其中南运河是建国以后市政 府举万人之力建设的,将市区南部的臭 水泡子改造成南运河,形成了市区南部 的主要排水干线。

可以说沈阳市排水发展的历程,也 是这三条水系不断治理, 变污为清的过 程。环城水系原本是城市的排污河,流 淌的都是生活污水, 臭气熏天。经过多 年来不断的治理完善, 通过打通、拓宽、 岸线建设、截污纳管等一系列工程,现 在的环城水系已经成为沈阳市重要的景 观河, 为市民提供着良好的休闲游憩空 间。目前, 旱天时环城水系水环境基本 良好, 但在雨季时仍会出现黑臭现象, 存在污染问题,主要由合流制溢流污染、 分流制地区分流不彻底及初期雨水污染 等原因造成。仍需在今后的工作中,进

编者: 苗处长请问现在排水系统 的建设标准是怎样的?

沈阳市排水系统设计标准是在不断 初步拟采取"渗、滞、蓄、净"为主,"用" 提高。九十年代以前建设的排水系统, 均为合流制, 折换成雨水系统重现期仅 城市建设。因地制宜、区别对待, 内涝 为 0.1 年 -0.33 年。九十年代以后陆续 风险区、水生态敏感区,以及易于开展 准逐渐提高,从0.5年一遇、0.7年一遇, 取高标准控制目标,改造困难的建成区 提高到1年一遇重现期,在2013年新 版排水设计规范出台之后,雨水管道设 雨水径流控制总量不应低于国家要求。 计标准正式提高到3年一遇。而今年 (2021年)新编制的《沈阳市排水专项 动了内河水系黑臭水体治理工程,将对 规划》将雨水管道设计标准定为 3-5 年, 沈阳新开河、南运河等 76 公里的城市内 系统有什么样展望? 新建区域按照高标准执行。

水系统我们的工作重点在哪几方面?

色基础设施和绿色基础设施紧密结合, 既保障排水安全又能提升城市水环境。 区存在两条主要沙性土带, 地势非常平 证水质安全。 坦,大部分土质渗透条件良好;沈阳 市是典型的平原城市,大部地区比较平 水系统是防治内涝的基本措施。目前沈 坦,整体地势东北高、西南低,高程在 阳正继续建设分流制排水系统、逐步提 水作为重要的生活杂用水水源。 35~50米, 坡度在 0.6~0.7‰之间, 有利干形成雨水滞蓄空间。通过对城市 合流制地区新建雨水管道,分流不彻底 排水事业的建设也将更加协调一致。城 建成区内的南北运河等五条主要河流进 地区摘除混接管线。规划形成浑河雨水 乡统一供水、排水、水处理、再利用, 行黑臭水体的综合整治,从根本上改善系统、细河雨水系统、新开河雨水系统 构成完整的水循环过程。不仅是城乡规 和修复城市水生态环境;北方严寒地区 及蒲河雨水系统。并针对不同系统的特 特点明显, 冻融交替, 为雨雪渗透奠定 点, 结合近远期建设, 采取相应的干线 了良好的天然基础,有利于打造具有北 布局方式。现状积水的地道桥应是重点 通畅有序,促进城乡的协调、健康发展。 方城市地域特征的海绵城市建设典范。

为辅,"排"为基础的方式,开展海绵 采用相对较低标准控制目标, 但新老区

河进行全面改造。统筹考虑排水系统的 **编者:请问苗处长为改善沈阳排** 源头、中段、末端,采取源头雨水减排, 减少初期雨水面源污染,减轻市政管网 排水系统的建设也应该与时俱进。 首先是建设海绵城市,海绵城市 排水压力;中段实施雨污分流,摘除混 方向, 在传统的管道排水的基础上, 充 消除污水直排水体, 提高水系排洪防涝 分利用还原排水系统的生态功能,让灰 能力。考虑到排水系统源头减排、中段 雨污分流建设周期较长, 采取近期建设 末端排水截流干线系统, 远期逐步进行 沈阳有建设海绵城市的基础条件。沈阳 源头减排和中段雨污分流方式。同时进 市自然地理特色鲜明,横贯市区及近郊 行河道的清淤及生态岸线恢复工程,保 的前提下,对于北方缺水城市沈阳来说,

最后是完善排水系统, 高标准的排 高雨水系统标准。进行雨污分流改造时, 改造对象,采用"一桥一策"原则,建

设排水专线、雨水调蓄池、系统改造等 措施,解决桥区积水。同时,构建城市 内涝综合防治体系,增强城市应对内涝 积水的能力。对城市排水河道进行梳理, 开始建设分流制排水系统,排水设计标 海绵城市建设的新区、新开发地块等采 打通新开河、细河瓶颈节点,拓宽疏浚 辉山明渠及满堂河,确保排水系统出口 畅通, 令排涝系统和防洪系统合理衔接。 并结合现状及规划绿地, 布局城市涝水 然后是黑臭水体治理, 沈阳已经启 蓄滞空间。

编者: 请问您对沈阳未来的排水

"十三五"规划建议提出了创新、 协调、绿色、开放、共享"五大发展"理念,

海绵城市的推广意味着,城市排水 的提出为城市排水系统发展明确了新的 接污水,提高雨水管网建设标准;末端 的发展进入了一个新阶段,即生态排水 阶段。未来的城市排水将不仅仅依靠排 水管道,城市的地面、土壤、水系、植 被都将作为排水系统的一部分存在, 整 个城市将成为一个会呼吸有机体。

> 同时, 在解决城市水环境、水安全 水资源的再回用也将得到更加充分的重 视。中水和雨水的处理回用将得到更广 泛的应用,特别是新建区域,应该将中

> 在城乡一体化的建设背景下, 城乡 划层面上的物质沟通, 更是一种生态环 境角度的协调统一, 保证水循环过程的



生态设计院

生态设计院下设市政管网研究一所、市政管网研究二所、 沈阳市水利建筑勘测设计院有限公司、沈阳市环境保护工程设 计研究院有限公司四个部门,共有员工89人。生态院技术力 量雄厚,曾主编、参编《城市工程管线综合规划规范》、《城 市供热规划规范》、《城乡用地竖向规划规范》等多部国家标 准规范及地方技术标准,并先后获得国家级、省级优秀规划设 计奖项一百余项。

生态院具备城市规划甲级、环境工程专项甲级、市政行业 排水甲级、专业乙级、水利行业专业乙级、工程测量乙级等多 项资质,可承接各类市政、水利、环保规划编制及工程设计业 务,并将坚持不懈为客户提供优质的设计成果和优良的服务。

市政管网研究一所

市政管网研究一所成立于 1984 年,拥有注册工程师 6 人;教授级高级工程师 7 人,高级工程师 5 人。业务范围涵盖总规、详规等各阶段的市政规划,给水、排水、电力、通信、供热、燃气、消防、综合管廊、海绵城市等各专业专项规划,以及规划咨询研究、各类市政管线施工图设计等工作。

市政管网研究二所

市政管网研究二所是致力于市政行业创新转型和综合业务拓展的业务设计所。承接市政及工程规划、管线施工设计等业务,包括国土空间市政规划、城乡市政规划、综合防灾、综合管廊等各类专项规划以及各类市政管线规划及施工图设计。

沈阳市水 利建筑勘 测设计院 有限公司

沈阳市水利建筑勘测设计院有限公司本着立足沈阳,服务城市建设的方针,全心全意投入沈城水利建设事业,拥有员工近40名,多年来深耕水利工程设计行业,主要业务包括:流域规划、水资源规划、水库枢纽、引调水工程、灌溉排涝、河道整治、城市防洪、水土保持方案编制及与其相关的监理、测量等工程任务。

沈阳市环 境保护工 程设计研 究院有限 公司

沈阳市环境保护工程设计研究院有限公司是全国首家专业环保工程设计研究院,主要从事环保工程设计、市政工程设计、建筑工程设计、烟尘净化、中水回用、生态保护、固废处置工程设计、项目咨询、项目管理等服务。