

城市地下管线数据动态维护与管理机制探索

巩书涵 冀晓敏 丁一 杨霖 张瑶函

武汉市市政设施运营维护事务中心

摘要：地下管线随时间变迁、城市改造更新及新建等是动态变化的，如何对管线数据进行动态维护管理，保障管线数据的现势性很重要。本文通过对城市地下管线数据成果的重要意义及管线数据动态管理现状问题进行分析，深入探究地下管线信息动态更新实现方法，并提出可行的对策和建议，为城市地下管线数据动态维护与管理提供重要的参考。

关键词：管线信息数据；动态更新；管线普查；竣工测量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.029

一、引言

城市地下管线被称为维护城市正常运行的“生命线”和“血脉”，在城市建设和发展中具有基础性地位，是城市安全运行、节约集约利用地下空间资源的重要保障，是城市高质量发展的重要内容^[1, 2]。然而，城镇化和城市基础设施的快速发展，现有的地下管线数据信息更新缓慢，共享困难，对管线现状情况掌握不够造成的断管、燃爆等破坏给城市安全带来重大隐患，管线信息成果的现势性无法保障，城市地下及地上空间规划、城市建设、城市管线管理及运维等都无法准确决策。2020年，住建部下发《住房和城乡建设部关于加强城市地下市政基础设施建设的指导意见》（建城〔2020〕111号）^[3]，提出“到2023年底前，基本完成城市市政基础设施普查，地级及以上城市建立和完善城市市政基础设施综合管理信息平台；到2025 年底前，基本实现综合管理信息平台全覆盖。”目前，我国大部分城市都组织开展了地下管线普查工作，为这些城市储备了重要的地下管线数据。深圳、南京、杭州、合肥、武汉等城市，针对市政基础设施普查和地下管线测量进行全面系统部署，并致力于更新完善地下市政基础设施普查数据库，优化地下管线信息综合管理系统。在城市化建设进程快速发展的背景下，充分保障地下管线信息成果的准确性、现势性、完整性，提高管线数据共建共享效率，对当前城市地下管线信息建设，提高城市基础设施管理水平和效率至关重要。

二、城市地下管线数据成果的重要意义

城市地下管线种类繁多，包括供水、排水、电力、燃气、供热、照明、通信等管线及管线的附属设施以及综合管沟（廊）等^[4]，往往纵横交错、错综复杂，埋设于地下，具有很强的隐蔽性，管线随着城市建设和发展长期处于动态变化过程中，为管线数据保持现势性增加难度。另一方面，城市地下管线权属多样、管理多头，管线在管理体系层面涉及行业管理、职能管理、权属管

理等不同维度的管理相互交织，在管理环节上涉及投资、审批、规划、建设、运维等不同阶段多部门相互联系和衔接，管理的层级、职能、单位、阶段及管线本身的空间布局等多个不同的维度相互交织^[5]，往往造成信息沟通不畅、相互协调不力，为统筹管理各类地下管线信息成果增加难度。

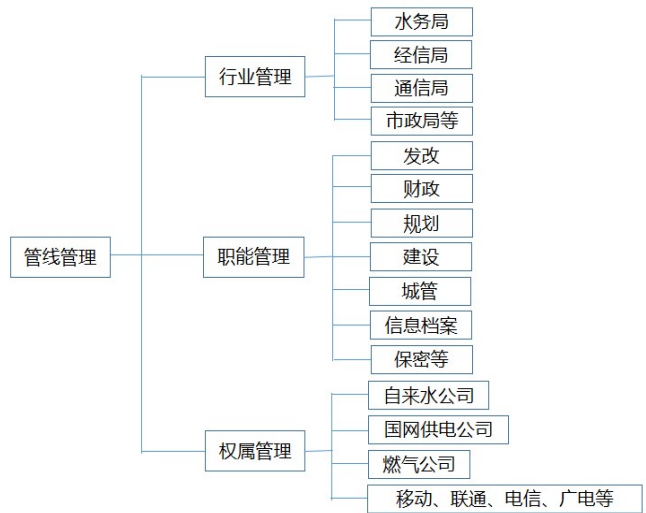


图1 城市地下管线管理构架图

由于城市地下管线信息呈现出高度的复杂性，可靠准确的地下管线数据成果在城市管理和决策中将至关重要，其重要性体现在以下几个方面：

（一）地下管线数据是城市承载能力评价的重要数据

城市地下管线承担着为城市生产生活传送能源、排涝减灾、提供信息服务等重要功能^[2]。在城市规划建设过程中，地下空间的集约利用和市政基础设施的高效安全运行非常重要，城市规划部门通过地下管线资料了解城市空间的利用情况，结合城市未来发展需求，评估城市地下管线建设需求后，才能更系统和前瞻性的规划城市地下管线，合理布局各类设施的空间和规模。其次，客观和真实的地下管线资料为评估城市现有基础设施的运行状况提供参考依据，有助于城市管理部门及时发现和解决管线运行中的潜在安全隐患，确保市政基础设施的安全高效运行。

（二）地下管线数据是管线安全运行及管理的重要保障

城市地下管线种类多、盘根错节，通过主管、次管、支管等相互联系、相互影响，形成网状体系，任一部分管线发生问题都会对整个管网的正常运行产生影

响,没有掌握地下管线现状的情况下进行施工,很容易发生管线事故,反过来,一旦发生管线事故,只有全面掌握准确的地下管线信息,才能有效的开展城市应急抢险和指挥。另一方面,地下管线数据中的管线位置、材质、直径、埋深、敷设年限等重要管线信息,是管线进行定期维护和检修的重要参考依据,为高效开展管线设施维护管理工作提供必要的的数据支撑。

(三) 有利于提高管线管理效能

以城市地下管线普查探测为基础,建立地下管线综合信息管理系统,及时更新地下管线数据信息,有利于推动政府、行业、权属等不同维度的单位,在规划设计、工程实施、运行维护等方面实现管线信息的共建共享,提高市政基础设施规划建设系统性、避免管线重复投资、提升设施利用效率和服务水平,促进各项效益最大化。也有利于推动城市地下市政基础设施建设协调机制的完善,促进城市地下市政基础设施建设管理中各方责任落实,推动解决城市地下基础设施规划建设管理存在的薄弱环节和突出问题。

(四) 新型城市基础设施建设的重要保障

2020年国家发改委明确提出信息基础设施是“新基建”的重要内容,这意味着我国将加大信息技术在基础设施建设中的应用。城市基础地理信息是城市基础设施建设的重要数据支撑和基础保障,而城市地下管线信息是城市基础地理信息的有机组成部分,将在新型城市基础设施建设中发挥重要作用。以城市地下管线信息为数字底座,通过地理信息系统技术、数据库技术和网络技术和信息化技术手段,建立地下管线综合信息管理系统,实现对地下管线信息的集中管理和共享,以及对地下管线的智能化维护和运营管理,是城市信息化发展的必然趋势。

三、地下管线数据动态管理现状问题

从目前开展普查的城市来看,大部分已基本摸清了地下管线的分布情况,现有的地下管线数据也产生了一些较好的经济效益和社会效益。但在实践过程中也存在一些问题,特别是在管线数据准确性和现势性等方面存在一定差距,制约了地下管线信息的动态更新、有效利用和长效有序管理。

(一) 部分管线数据不完整且精度不高

目前,我国针对地下管线探查和测量出台了一系列标准规范,如《城市地下管线探测技术规程》(CJJ 61-2017)、《城市测量规范》(CJJ T8-2011)等,对管线普查涉及的数据精度、采集方法、建库原则等提供了必要保障,但管线普查是一项跨系统、跨部门、多学科联合作业的复杂的系统工程,管线普查成果的质量控制管理难度大,作业人员专业技能参差不齐,部分单位未按照相关标准开展管线测量,都会导致地下管线数据的位置、埋深、走向、规格、材质状况、建设年代等属性与实际存在差异。还有少量管线由于埋设时间较长、管径小出现漏测或管线因为管线性能或材质(特别是非金属管线)等原因难以准确探测其精确位置。部分

城市由于经费不足,只对城市主要干道开展普查,对管线年代久远、存在较多安全隐患的老城区街巷没有进行普查。

(二) 管线数据整合难度大

由于管线普查可能存在数据不完整且精度不高的问题,各管线权属单位的专业管线资料可以与管线普查的综合管线资料相互补充,对普查得到的管线数据进行梳理、修正和完善,但一方面,地下管线行业管理部门多,水、电、气、通信等各类管线都有各自的行业管理部门,管线信息资源产权部门化,统筹各专业管线的信息数据,协调难度大,为信息互补利用设置了壁垒。另一方面,在实践过程中,专业管线与综合管线之间的标准规范、测量方式、数据体系、管理机制、安全保障等标准化方面存在诸多差异,造成现有管线信息数据交换难,综合管线和专业管线融合和共享被制约,长期存在“两张皮”的困境。

(三) 竣工测量数据获取困难

地下管线竣工测量数据汇交是保障管线信息动态更新的重要手段。但目前,国家上位法中对管线竣工测量未明确规定,各地方法规规定力度不一,竣工测量在地下管线规划、建设、管理实践中没有发挥其重要作用。目前,既有道路上单独新建的地下管线,由权属单位自主投资,从设计、施工到验收都是管线权属单位组织,并由相应的管线行业主管部门管理,对这部分管线竣工测量数据的上交,管线信息综合管理部门没有有效的管控手段;随道路新建、改建、扩建同步建设的地下管线(除排水管线),虽由道路建设单位统筹协调工程范围内的管线工程建设,但大部分管线建设还是交由管线权属单位实施,道路建设单位统筹协调难度大,存在部分权属单位不上交竣工测量资料的情况。还有部分管线应急工程,由于时间紧、任务重,没有按规定程序报批,施工完成后未进行竣工测量就已经恢复路面。这些现状造成地下管线竣工测量制度执行不够,新建管线的数据无法及时、准确地更新到地下管线信息系统中,影响了更新数据的获取。

(四) 地下管线信息安全保障有待进一步加强

地下管线数据属于国家保密数据,在管线数据库运行过程中涉及数据安全、网络安全、设备安全和系统安全等一系列问题,都制约了地下管线信息资源共享和成果的有效应用,如何切实解决地下管线保密和利用之间的矛盾,在有效保障信息安全的前提下充分应用好地下管线数据,目前地方政府还未提出行之有效的解决措施,地下管线信息保密相关的配套管理制度还需进一步建立完善。

四、保障地下管线数据现势性的对策及建议

(一) 加强管线信息管理的体制机制建立

管线信息分散于不同的管理部门和权属单位,虽然目前大部分城市都成立了管线信息综合管理部门统筹全市的地下管线信息,由于各管线行业管理部门与综合管线管理部门之间的工作职能职责还未理顺,综合管线管

理部门协调城市相关专业管线权属单位、落实综合管理工作存在诸多困难。要加强综合信息管理必须建立行之有效的管线信息管理机制，地方政府应以法律法规作为依据出台政策，从地下管线规划、设计、审批、建设、竣工、数据汇交、运营维护等全生命周期的各个环节明确职责，理清部门职能交叉，理顺管理程序，管线行业管理部门与综合管线管理部门协同配合，形成管线数据管理齐抓共管“一盘棋”。

（二）加大信息化建设整合

一方面，地方政府应结合国家相关法律法规、技术标准等上位规程，综合考虑地方城市规划、土地利用、工程建设等方面的特点，制定符合地方实际的地下管线信息数据标准体系，为整合地下管线数据、实现地下管线信息标准化建设提供必要支撑，并通过立法明确地下管线信息数据的标准和管理办法，规范地下管线信息管理工作。另一方面，管线信息综合管理部门应与各专业管线部门之间建立数据共建共享机制，弥补各自在地下管线信息管理方面的不足与缺陷，强化对探测普查、修补测、竣工测量及权属单位提供的专业地下管线信息的统筹，将非公共区域的普查及与公共区域的管网信息、地上管线及地下管线信息、现状管线与新建管线信息进行整合归并^[5]，助推形成全域地下管线信息“一张图”，实现地下管线信息全覆盖。

（三）加强竣工测量管控

在完成地下管线普查工作后，对新建管线未开展竣工测量，管线数据库的使用价值将随时间推移越来越小，地下管线建设情况也将无法全面掌握，且城市地下管线工程具有施工快、施工后难以测量的特点，在管线工程覆土后再进行竣工测量将增加难度。这就需要管线管理部门建立和完善地下管线竣工测量机制，出台管线竣工测量相关制度和配套技术标准，明确管线竣工测量的测量基准、测量精度、数据格式、成果汇交方式等内容；在体制机制上加大对管线建设、施工单位竣工测量行为的约束，通过联合规划、住建、测绘管理、城建档案馆等相关部门，将地下管线的竣工测量档案验收及信息数据汇交纳入审批管理流程，形成动态闭环管理。同时，引入第三方监理机构，对竣工测量成果质量是否达到相关技术标准规范进行监理，确保管线竣工测量成果及时且保质保量地更新至管线数据库。

（四）加大管线信息有关技术研发和应用

1. 充分应用信息技术，持续优化管线信息系统。地下管线信息更新及信息系统的数字化建设是一项细致、长期的工程，要利用好新的信息技术和高科技，对地下管线数据库和信息系统持续维护和优化，才能确保数据的实时性、系统的先进性，提高城市地下管线管理效率和建设能力。

2. 加强管线信息保密管理。应用现代信息技术，是解决地下管线信息保密管理问题的有效手段。一方面通过在技术方面，建立物理、网络、主机、应用和数据等安全防护措施，对地下管线信息在存储、传输、处理和

利用全过程严密把关和层层防护，才能为地下管线信息平台网络运行、数据传输提供安全的环境；另一方面，在管理制度方面，建立健全安全策略、管理制度、操作规程等防护制度，保障管线信息的安全性，才能更好实现地下管线信息安全共享，发挥地下管线信息资源效益。

3. 在管线测量技术方面，加大高精度、高智能和抗干扰能力强的探测仪器的开发应用，提高管线普查及管线竣工测量准确性^[6-7]；大力推进管线智能检测、定量评价技术、数据传输、前端采集与成图软件系统等先进技术应用研究，进一步提高普查探测作业效率。

五、结语

城市地下管线信息是城市发展不可缺少的重要信息。现阶段，我国各地区对其都有一定掌握，并取得了一些经济和社会效益，但城市地下管线信息管理是一个需要不断更新和维护的长生命周期的动态数据管理^[7, 8]，贯穿地下管线规划设计、建设施工、竣工实施、维护管理等各个环节，因此建立准确、完整的地下管线信息数据库，不断完善管线信息管理体制机制，利用科技手段提高管线信息管理水平，才能不断促进地下管线信息的动态更新，为城市地下管线安全运行，城市的规划、建设和发展提供可靠的基础保障。

参考文献

- [1] 乔志勇. 城市地下管线智慧化管理的应用[J]. 中国测绘, 2019, (11): 22-24.
 - [2] 何江龙, 江贻芳, 侯至群. 新形势下城市地下管线信息化的特点及对策[J]. 测绘通报, 2017, (01): 12-17.
 - [3] 加强城市地下市政基础设施体系化建设 推动城市治理体系和治理能力现代化—住房和城乡建设部城市建设司相关负责人解读《意见》[J]. 工程建设标准化, 2021, (01): 54-56.
 - [4] 方敏, 何倩. 城市地下管线现状与数据更新问题探讨[J]. 地理空间信息, 2018, 16(11): 94-96.
 - [5] 许丹艳, 刘颖, 严建国等. 城市基础信息共享背景下的地下管线信息建设与管理[J]. 测绘通报, 2018, (06): 139-143.
 - [6] 李学军, 洪立波. 城市地下管线探测与管理技术的发展及应用[J]. 城市勘测, 2010, (04): 5-11.
 - [7] 杨珍, 濮寒梅. 城市地下管线档案信息化管理与共享[J]. 城建档案, 2021, (09): 56-57.
 - [8] 郭明武, 彭清山, 谭仁春. 多部门联动协同的城市地下管线全生命周期管理信息平台的设计与实现[J]. 城市勘测, 2017, (01): 12-15+22.
- 作者简介: 巩书涵, 1992年4月, 女, 甘肃庆阳, 硕士, 武汉市市政设施运营维护事务中心, 工程师, 主要从事城建工程管线与道路同步建设管理, 海绵城市建设推进及综合管廊建设推进有关工作, 市政基础设施运营维护期使用、管理、维护的跟踪管理和绩效评价有关工作。