

社会监督和政府监管对城市地下管线安全影响研究

——来自地下管线安全事故微观数据

刘相锋^{1,2}, 吴颖婕¹

(1. 浙江财经大学 中国政府管制研究院, 浙江 杭州 310018;
2. 浙江省新型重点专业智库“政府监管与公共政策研究院”, 浙江 杭州 310018)

摘要: 城市地下管线安全成为决定城市能否高质量发展的关键因素, 备受政府和学界关注, 但社会监督和政府监管能否提升城市地下管线安全仍是亟须研究的重要话题。文章利用全国各省市2018年4月—2020年9月的月度微观数据和百度搜索指数等数据, 采取有序 Probit 模型分析社会监督和政府监管对中国城市地下管线安全的影响。研究发现: 社会监督对地下管线安全作用主要体现在低风险等级领域, 政府监管能够有效解决社会监督的中高风险等级的效果不足问题。同时, 政府监管手段和强度应有的放矢, 将高强度政府监管资源重点分配在高风险地区, 不能进行简单“平均化”处理, 否则将削弱政府监管效果。通过异质性分析, 建议政府应该以空间分布和事故类型实施分类监管策略, 避免超前投入大量监管资源, 造成资源浪费。

关键词: 社会监督; 政府监管; 城市地下管线安全; 有序 Probit 模型

中图分类号: F015 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2154(2022)08-0084-13

DOI: 10.14134/j.cnki.cn33-1336/f.2022.08.007

Empirical Research on the Impact of Social Supervision and Government Regulation on the Safety of Underground Pipelines in China's Cities: Microscopic Data Evidence from Underground Pipeline Accidents

LIU Xiangfeng^{1,2}, WU Yingjie¹

(1. China Institute of Regulation Research, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China;
2. Government Regulation and Public Policy Research Institute, Key Professional Think Tank in Zhejiang Province, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The safety of urban underground pipelines has become a key determining factor of a city's high-quality development, which has attracted the attention of the government and academia. However, whether social supervision and government supervision can improve the safety of urban underground pipelines is still an important research topic. Using the monthly micro data from April 2018 to September 2020 and Baidu search index data of provinces and cities across the country, this paper adopts the ordered Probit model to analyze the impact of social supervision and government supervision on the safety of urban underground pipelines in China. It is found that the role of social supervision on underground pipeline safety is mainly reflected in the field of low-risk level, and government supervision can effectively make up for the insufficient effect of medium and high-risk level of social su-

收稿日期: 2022-03-06

基金项目: 国家住房和城乡建设部研究项目“城市地下综合管廊的属性及融资政策研究”(管线 2015-01); 浙江省哲学社会科学规划课题重点项目“城市地下管线安全监管政策研究”(13JDGZ02Z)

作者简介: 刘相锋, 男, 副研究员, 经济学博士, 主要从事政府补贴理论和公用事业行业理论研究; 吴颖婕(通讯作者), 女, 博士研究生, 主要从事地下管线分析和规划研究。

pervision. At the same time, the means and intensity of government supervision should be targeted. The high-intensity government supervision resources are mainly allocated to high-risk areas, which cannot be simply "averaged", or it may weaken the effect of government supervision. Through the heterogeneity analysis, we suggest that the government should implement the classified supervision strategy based on the spatial distribution and types of accidents, so as to avoid investing a lot of supervision resources in advance, resulting in a waste of resources.

Key words: social supervision; government supervision; urban underground pipeline safety; order Probit model

一、引言

城市地下管线是城市输送能源、信息等资源的最重要载体,可被称为城市的血管。若一个城市的地下管线存在安全隐患等问题,势必造成城市“血栓”,直接影响一个城市发展质量和健康运转。近些年,管线爆炸事件直接造成的社会损失巨大。2021年,湖北省十堰市由于天然气中压钢管严重锈蚀破裂发生重大燃气爆炸事故,造成26人死亡,138人受伤,直接经济损失约5395.41万元。党中央和中央部委逐渐认识到城市管线安全的重要性,无论是习近平总书记提出的“新基建”还是住建部提出的“城市体检”和“城市更新”理念,都无一例外将其视为重心。例如,新基建的重要要求就是,利用科技手段对传统市政基础设施进行升级改造,围绕地下管廊、海绵城市等能够补齐短板、改善民生的基建投资。再如,2020年住建部印发《关于支持开展2020年城市体检工作的函》,其对城市如何进行高质量发展提出更高的要求,将城市管线的建设和安全运行设定为城市体检中关键环节。因此,如何科学管理,降低城市地下管线事故风险直接成为关系到城市能否高质量发展的关键。

关于城市地下管线安全监管研究,国内主要还是从实践的不同角度归纳理论和经验,以案例分析和定性研究为主(王珏,2006)^[1]。案例分析主要以新公共管理理论、公共产品理论、自然垄断论和管制等多种理论基础(Crew,1986)^[2],归纳了政府在监管过程中形成的有效做法。但是,从中国城市地下管线安全投入情况看,一直存在“重地上、忽地下”,地下管线投资不足的问题。主要原因在于官员在晋升锦标赛作用下,常常存在对“可视性”服务的投入倾向(吴敏和周黎安,2018;Mani和Mukand,2007)^[3-4]。定性研究主要还是探讨城市地下管线安全风险形成原因和治理思路,例如马锋和马洁(2019)^[5]提出利用大数据机器学习等技术构建地下电网的预警机制。再如朱兰兰和常倩(2020)^[6]从公共安全角度分析地下管线档案分析对管理安全风险作用。归纳现有研究,本文认为现有文献从定性研究和案例个案角度进行分析居多。虽然,Yu等(2016)^[7]尝试探究中国城市地下建设的投入受官员晋升制度影响,但是直面政府在城市地下管线安全规制效果的研究少之又少,而从政府监管和社会监督两个角度同时分析城市地下管线安全影响的实证研究更是凤毛麟角。

基于城市地下管线安全规制缺乏实证研究的问题,本文从社会监督和政府监管的角度切入,在中国地下管线协会的协助下,收集整理中国各省市的地下管线事故发生微观数据,并利用相应百度搜索指数和各省政府监管支出数据进行统计分析,研究社会监督和政府监管对城市地下管线安全的影响和作用。因此,本文的边际贡献在于:第一,本文在系统归纳城市地下管线行业的发展历程基础上,尝试对城市地下管线事故的空间分布、类型及原因进行细分,并尝试提出更具针对性的分类监管思路。第二,本文研究将有助于政府更加科学制定相应管线政策,并合理利用社会监管配合政府监督发挥使得城市管线隐患风险降到最低。

本文余下章节安排如下:第二部分主要系统描述城市地下管线管理、安全隐患引致因素以及管理发展情况,总结城市地下管线管理变化和发展趋势;第三部分利用管线安全实际调查数据,对城市地下管线的安全情况进行分类描述,从而提出分类监管实证分析必要性;第四部分主要通过匹配城市管线协会提高的管线安全事故数据和百度搜索指数,实证分析政府监管和社会监督对城市地下管线风险管理的作用影响;第五部分进一步讨论城市地下管线安全的分类监管如何有效实施社会监督和政府监管协同;最后,第六部分归纳了全文的研究结论,并提出具有针对性的对策建议。

二、城市地下管线界定、安全隐患因素及管理发展情况

(一) 城市地下管线内涵界定

关于城市地下管线的界定,国家相关部门及部分城市在有关文件中有各种不同的规定,目前尚未形成具有法律效应的统一定义。目前,在实际管理过程中,比较认可的界定主要来自《城市地下管线工程档案管理办法》和《城市地下管线综合管理体系研究》。具体而言,《城市地下管线工程档案管理办法》明确指出城市地下管线主要包括城市新建、扩建、改建的各类地下管线(含城市供水、排水、燃气、热力、电力、电信、工业等的地下管线)及相关的人防、地铁等工程。在2012年中国城市规划年会上发布的《城市地下管线综合管理体系研究》报告中,将城市地下管线定义为敷设于行政建设的直辖市、市规划区内地下,为城市居民生活和经济生产提供服务的永久性基础工程、设备和设施,属于城市公用事业的范畴,主要包括供水、排水、燃气、热力、电力、电信、工业等管线,石油天然气长输管道,其他用途的管线及其附属设施。综合分析各地法规与部门规章以及研究报告,本文将城市地下管线界定为敷设于城市地下的供水、排水、燃气、热力、电力、通信、工业和其他用途的管线及其附属设施,包括经过城市内部的长输管线。城市地下管线隶属于城市公用事业的范畴。

(二) 城市地下管线安全隐患因素

城市地下管线设施的主要隐患由自然因素和人为因素两大类(李成媛,2017)^[8],其中,自然因素以不可抗力为主,包括地震、地面沉降、腐蚀以及天然沼气爆炸等;相对于自然因素,人为因素往往是城市地下管线安全监管关注的重点,具体包括暴力施工引起网线破损、外力破坏引起的燃气、电线以及水管线路爆炸和破裂等。

(三) 我国城市地下管线安全管理发展历程

我国城市地下管线安全管理主要经历了三个阶段,分别为改革开放前的无序管理阶段、改革开放2000年的发展雏形阶段以及进入21世纪后至今的精细化管理阶段。

1. 改革开放前(无序管理阶段)。自新中国建立以后,中国探索一条区别于其他国家的非城市化的工业发展道路。从城市管线发展情况看,从建国到1978年每万人的城市道路长度仅有3公里,配套基础设施投资日趋萎缩,供水供电短缺。此时的城市地下管线包含内容仅仅为供水、排水和供电设施三个方面,其主要作用在于满足城市居民的基本生活。从城市地下管线管理角度看,最早的计划和规划部门是内设在中央和地方政府的财经委员会中具有计划职能的部门。1952年—1956年间,政府开始成立城市建设局将建设和计划职能从财经委员会移交,1956年之后,城市的计划职能逐步分离到国家计划委员会建设联合会办公室。但是,由于“文革”大运动袭来,城市总体部署和政府职能部门均被暂停,公务人员被遣散,管理工作陷入混乱状态。期间,城市中大量公共设施遭到破坏,城市供水、供电、供气陷入瘫痪境地,自来水被污染、管道煤气泄漏事故大量出现,这对城市发展形成毁灭性打击。

2. 改革开放到2000年(发展雏形阶段)。城市地下管线安全问题随着改革开放日渐突出,主要体现为城市基础设施发展不足、地下管线管理混乱。改革开放后,经过国家党中央的多次部门调整 and 有效部署,城市地下管线得到快速成长。根据1980年的《城建年报》统计资料显示,我国城市中总计供水管道长度42859km,其中北京3272km和上海2318km。但90年代初,国家对地下管线工程进行大量投入,达到了41.1658亿元。据统计,1990年我国城市下水道长度达到57787km,普及率达到61.5%,供水管道和排水管道分别新增1215km和603km。然而,到了90年代末,城市地下管线支出已经达到307.1405亿元,比90年代初翻了近7倍,城市排水管道的密度达到6.25公里/平方公里,城市地下管线的规模和新增都获得极大提高。与此同时,城市地下管线管理无论是从部门还是职能都进行了数次优化调整。

3. 2000年至今(从快速发展到精细化管理阶段)。进入21世纪,中国进入了加快推进社会主义现代化建设的新发展阶段,按照“五个统筹”即“统筹城乡发展、统筹区域发展、统筹经济社会发展、统筹人与自然

和谐发展、统筹国内发展和对外开放”的要求推进各项事业的改革和发展,地下管线建设逐渐受到更多重视。2008年颁布的《城乡规划法》,明确清晰界定了基础设施的重要地位和作用,明确了城市地下管线规划管理的原则、内容和程序,初步形成以工程建立依据、报建审批以及城市地下主管部门事后监督的基本程序。在多利好政策的强力刺激下,2019年,全国在供水、燃气、集中供热、排水等四个方面的公用设施固定资产投资为4060亿元。全国供水管线总长度为920082公里、排水管道长度达到743982公里、城市集中供热管道长度392917公里、城市燃气783313公里、燃气普及率达到了97.29%。在快速发展的同时,城市地下管线的管理技术从以往的粗放式向精细化转变。2007年,建设部大力推行中小城市的地下档案信息化管理,摸清家底,精细化存档,并在一些城市实施地下管线信息共享平台,实行地下管线安全信息透明化、联合管理机制,如深圳、上海、广东东莞等城市。随着法律法规的健全和相关部门对该事业认识的不断提高,城市地下管线信息化建设将逐步走向规范化,管线普查和信息系统技术、信息共享技术将不断完善,城市的地下管线档案管理工作也将不断进步。

三、城市地下管线安全事故分类描述

在中国城市规划协会地下管线专业委员会协作下,本文通过调研共收集整理了31个省市的地下管线安全事故数据,并系统性地对事故进行按照地区、事故类型以及事故原因进行分类描述,从整体把握我国地下管线发生事故的特征情况,作为后文实证分析和分类监管的基础。

(一) 依据地区分布进行分类

从图1看,我国城市地下管线破损事故数量主要集中于东中部地区,2020年12月东中部地区事故数量接近西部地区的2倍。从管线事故的发展趋势看,可以看到2019年2月之前,东中西部地区均呈现下降的趋势,而之后逐月上升。具体而言,东部地区从2019年2月的0起事故飙升到2020年12月的55起事故;中部地区从2019年2月的0起事故飙升到2020年12月的47起事故;西部地区从2019年2月的0起事故飙升到2020年12月的29起事故。分析其原因,可能在于东中部地区由于经济较为发达,城市建设和更新较为频繁,地下的反复开挖等现象比较突出,因而造成管线破损的概率相对较高。这也反映出了我国建设过程中管理和协调能力有待进一步提升。

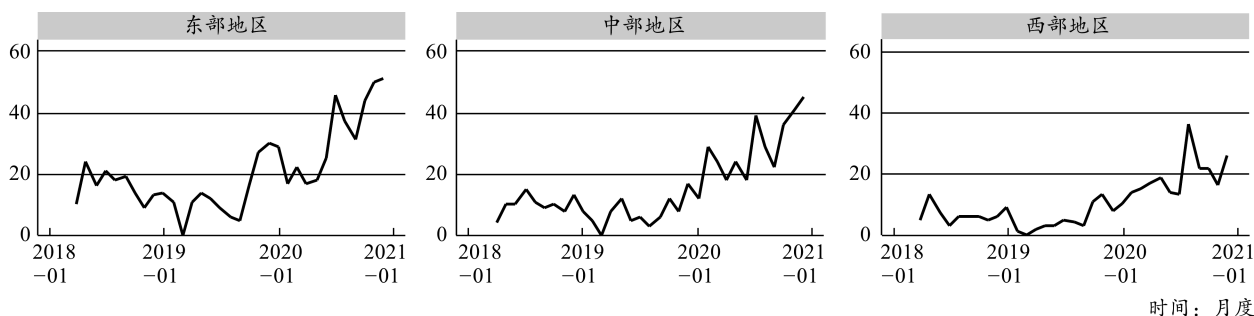


图1 城市地下管线破损事故东中西部地区情况

从图2的趋势和情况看,路面坍塌事故同样集中于东部地区,最高时达到18起事故。而中西部地区的主要事故发生时间基本与东部地区相一致,最高的事故数量分别为13起和12起。从三个地区的发展趋势看,三个地区均在2020年1月呈现出分水岭,但是东部地区与中西部地区略有不同。具体而言,东部地区在2020年1月之前呈现出显著的下降趋势,从最初的13起一度降到了0起。中西部地区2020年1月之前并没有显著的下降趋势,呈现典型的盘整态势。

最后,我们对比地下管线其他事故类型情况,可以看出东中部地区相比西部地区呈现显著差异性。东中部地区均在2018年7月、2019年7月以及2020年6月达到峰值,而西部地区峰值出现仅在2020年6月较为显著。从整体发展趋势看,三个地区并未出现显著的上升或下降的趋势。

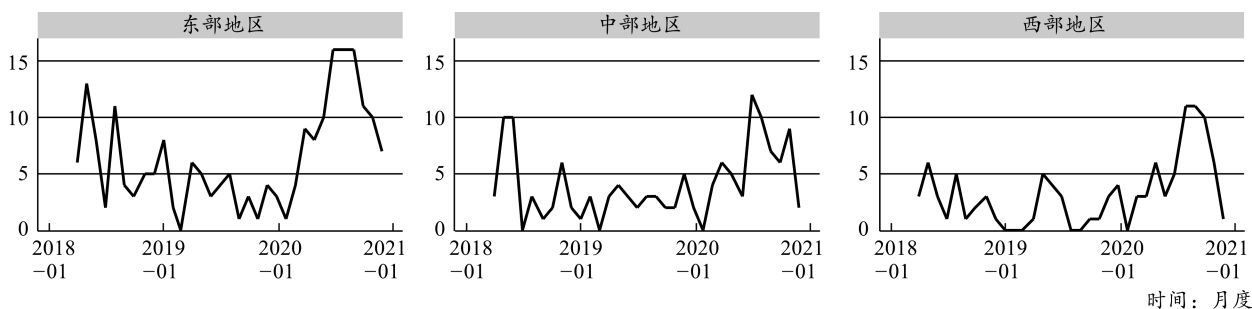


图2 地下管线路面塌陷事故东中西部地区情况

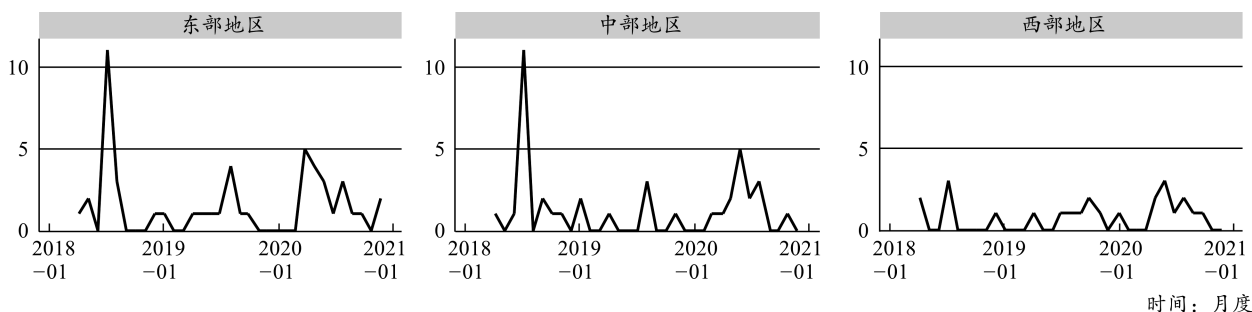


图3 地下管线其他事故情况东中西部地区情况

(二) 按照事故类型进行分类

按照事故的表现形式划分,2019年10月至2020年9月共收集到10类地下管线相关事故,^①分别是泄漏、断裂、火灾、爆炸、井盖类事故、设备设施损坏、路面塌陷、中毒窒息、城市内涝和坠落。其中,给水、排水、燃气、热力管道等泄漏事故数量最多,达到555起,占地下管线相关事故总数的55.06%;爆炸事故造成的伤亡人数最多,共造成29人死亡、100人受伤。

地下管线破坏事故按照管线设施类型又分为电力、电信、给水、排水、燃气、热力、工业管线事故和井盖类事故8大类。其中,给水管道事故数量最多,共346起,占地下管线破坏事故总数的46.95%。地下管线破坏事故共造成38人死亡、128人受伤。

表1 地下管线相关事故及伤亡情况表
(以2019年10月至2020年9月为例)

事故类型	事故数量(起)	受伤人数(人)	死亡人数(人)
泄漏	555	9	0
断裂	87	0	0
爆炸	49	100	29
火灾	27	17	6
井盖类事故	18	7	3
设备设施损坏	2	0	0
路面塌陷	229	62	36
中毒、窒息	26	37	24
城市内涝	10	0	0
坠落	5	2	7
总计	1008	234	105

表2 地下管线破坏事故情况表
(以2019年10月至2020年9月为例)

设施类型	事故数量(起)	比例
电力电缆	74	10.04%
电信线缆	20	2.71%
给水管道	346	46.95%
排水管道	40	5.43%
燃气管道	174	23.61%
热力管道	56	7.60%
工业管道	9	1.22%
井盖类设施	18	2.44%
总计	737	100.00%

^①这里使用的2019年10月到2020年9月的数据,主要因为大量数据没有在2019年10月之前和2020年9月之后进行统计和细分。因此,本文在此只能进行不同时间跨度的描述分析。

(三) 按照事故原因进行分类

本文将导致地下管线破坏事故的原因分为四类,分别是自身结构性隐患、外力破坏、环境因素和管理缺陷。其中,由自身结构性隐患引起的地下管线破坏事故最多,达到392起,占地下管线破坏事故总数的53.19%。由于收集信息缺失或事故待调查,有10起地下管线破坏事故原因不明。

综上所述,本文发现城市地下管线由于其隐蔽性和异质性特点,不仅需要对其整体行业进行综合评价,还需要进一步对其风险管理和评估进行深入细致探讨。据此,后文还将采用针对空间分布、事故原因以及类型等方面异质性的相关分析和研究,以提出更具针对性的建议和意见,为政府发挥分类监管提供依据和启示。

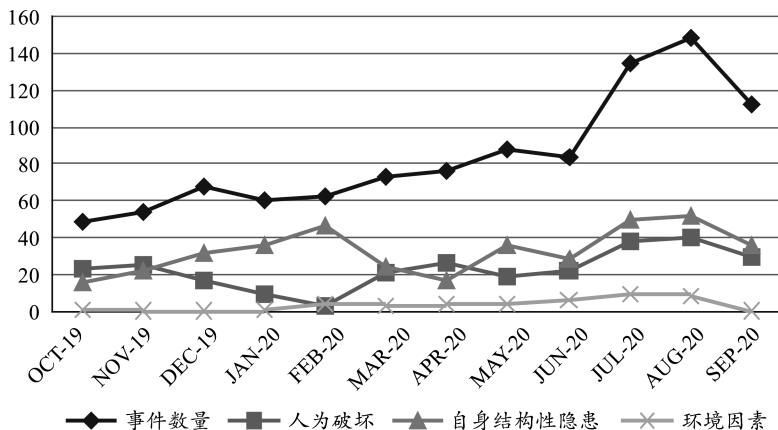


图 4 全国地下管线破坏事故原因占比情况

入细致探讨。据此,后文还将采用针对空间分布、事故原因以及类型等方面异质性的相关分析和研究,以提出更具针对性的建议和意见,为政府发挥分类监管提供依据和启示。

四、实证分析

(一) 计量模型构建

政府和社会监督主要针对人为造成安全隐患,所以本文研究对象以上文统计中的人为安全隐患为主。同时,由于地下管线的风险等级具有天然顺序,本文采用有序 Probit 模型。因此,将某一时间地区发生管线安全事故数量进行等级设定,以0表示“无事故”或“管线安全事故风险0级”,1则表示“管线安全事故风险1级”,2则表示“管线安全事故风险2级”。对于排序数据,我们采用潜变量法得到 MLE 估计量。将管线安全事故计量模型设定为:

$$y_{it} = \begin{cases} 0, & y^* \leq p_1 \\ 1, & p_1 \leq y^* \leq p_2 \\ 2, & y^* \geq p_2 \end{cases} \quad (1)$$

其中,式(1)中的 y_{it} 表示地下管线事故等级组别,下标 i 和 t 分别表示中国各省市地区和月份。 y^* 作为不可观测变量,假设其表达式为 $y^* = x' \beta + regulation'_r \alpha + \varepsilon_{it}$, p_1 和 p_2 则表示相应的切点值,是一个待估参数。相应地,计量模型的似然函数可以表示为:

$$P(y_{it} = j | regulation_r, x) = \Phi(x' \beta + regulation'_r \alpha + \varepsilon_{it} \leq p_{j-1} | regulation_r, x) \quad (2)$$

其中,式(2)的 J 为表示事故等级类别的总数,则 $j = 0, 1, \dots, J$ 。式(2)中的下标 r 分别为 g 和 s ,因而 $regulation_g$ 和 $regulation_s$ 分别表示政府监管和社会监督强度。 x_{it} 则表示其他控制变量集合。 α 和 β 则分别表示变量相应的系数。 ε_{it} 指经济系统不可控因素冲击的白噪声扰动项,假定其服从标准正态分布 $\varepsilon_{it} \sim N(0, 1)$ 。

(二) 数据来源、变量说明与描述性统计

1. 数据来源。本文使用的中国管线事故数量数据主要来源于中国城市规划协会地下管线专业委员会,^①系统管线安全事故的2018年4月—2020年9月的月度数据。社会监督数据主要利用百度指数进行代理,该指标主要采用“管线安全+社会监管”作为关键词进行联合检索,实践跨度为2018年1月—2020年12月全国31个省市的数据,但为与管线事故数据进行匹配,保留2018年4月—2020年9月的月度数据。政府监管

^①中国城市规划协会地下管线专业委员会的官方网址为: <http://www.dxgx.org>。

强度采用的代理指标,主要采用31个省市的政府公共事业财政支出的月度数据,数据主要来源于 Wind 数据库。最后,地区建筑施工面积、地区国内生产总值、地区管线行业平均工资以及地区零售物价指数同样来源于 Wind 数据。需要说明的是,地区零售物价指数同样采用2018年4月—2020年9月的月度数据。但是,由于地区建筑施工面积、地区国内生产总值、地区管线行业平均工资这三个指标月度数据缺失,因此采用各省市的季度数据月度平均处理方式,最终形成2018年4月—2020年9月的月度面板数据。

2. 变量说明。本文的解释变量主要包括核心解释变量和控制变量两个部分,其中核心解释变量为社会监督强度和政府监管强度两个,而特征控制变量包括了地区建筑施工面积、地区国内生产总值、地区管线行业平均工资以及地区零售物价指数四个方面。具体如下。

(1)核心解释变量:社会监督强度(*regulation_s*):本文借鉴虞洋等(2019)^[9]做法,利用百度搜索指数衡量社会监督强度,采用“管线安全+社会监管”作为关键词进行联合检索。但由于百度搜索指数以周为频率,而被解释变量以月份为频率,因此我们对百度指数进行按照月度均值处理,得到相应各地区月度平均值。同时,本文按照25%、50%和75%采取系统分位数分组,相应将得到的社会监督强度设定为低、较低、较高和高四个等级。

政府监管强度(*regulation_g*):由于直接涉及管网行业的监管数据缺失,因此本文采用政府在公用事业^①方面的财政支出作为替代变量(王韧,2020)^[10]。对于该核心变量,本文借鉴葛玉好和赵媛媛(2010)^[11]的做法,采用分位数分解法进行强度等级划分,分为低、较低、较高和高四个政府监管程度。具体描述统计如表1所示。

(2)控制变量:关于地区特征控制变量,本文主要采用下列四个特征值进行控制。具体而言,地区建筑施工面积(*lnjz*)主要反映地区建筑施工强度,许丹艳等(2018)^[10]指出地下管线安全主要的影响因素便是地区的建筑施工强度,因此施工强度过大对事故发生概率影响是巨大的;地区国内生产总值(*lngdp*)主要反映地区的经济发展水平情况,但是城市地下管线安全水平和地区经济发展状况有何关系并没有得到证实。许丹艳等(2018)^[12]指出经济发展单纯从量角度出发,在缺少强有力的监管手段条件下可能会引起安全风险问题。徐匆匆等(2013)^[13]认为在缺乏经济基础有利支撑时,地下管线安全也难以得到有效保障;地区管线行业平均工资(*lnwage*)主要反映出行业的劳动价格水平,根据 Crew(1986)^[2]的观点,一个行业安全作业的风险往往和工资水平呈现显著性的负向关系。此外,地区零售物价指数(*lnrpi*)反映出一个地区的原材料采购价格水平情况,这主要反映出相应城市管线作业的成本情况(王开科和薛梅林,2020)^[14]。本文处理相应的数据主要采用自然对数去量纲方法,具体的数据统计结果列示于表1。

表3 描述性统计

变量	变量含义	观察值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>y</i>	管线事故风险等级高低	990	0.750	0.690	0	2
<i>Regulation_s</i>	社会监督强度	990	2.500	1.120	1	4
<i>Regulation_g</i>	政府监管强度	990	2.500	1.120	1	4
<i>lnjz</i>	地区建筑施工面积	990	7.710	1.750	1.380	11.26
<i>lngdp</i>	地区国内生产总值	990	9.380	1.020	6.450	11.59
<i>lnwage</i>	地区管线行业平均工资	990	12.32	0.570	10.38	13.42
<i>lnrpi</i>	地区零售物价指数	990	4.620	0.0100	4.570	4.670

注:表中提供数据由作者使用 stata15统计得出。表中ln表示对变量取自然对数处理。资料来源:作者统计整理

(三) 实证结果

1. 基准模型结果分析。本文采用4个模型进行对比统计,模型1为既含有政府监管又含有社会监督的情

^①采用公用事业方面支出是由于城市地下管线行业普遍属于公共事业领域,因此采用该方面的数据更加符合地下管线的现实。

况,模型2和模型3则是仅包括其中一项,此做法既能对比发现解释变量的作用又能完善稳健性检验。而模型4则是剔除所有核心解释变量,以此检验控制变量的稳定性。具体的统计结果如下。

从表4的模型1的统计信息看,社会监督强度和政府监管强度在低强度情况下,均不存在显著性特征。具体而言,社会监督强度将在当期高强度下时,对地下管线的风险等级降低具有显著作用,即在保持其他因素不变的条件下,较高和高的社会监督强度每提升1%,则管线安全风险等级下降概率分别为57.6%和34.4%。相较而言,政府监管强度仅仅能够在最大限度监管强度时,起到显著的效果,即在保持其他因素不变的条件下,最高限度的政府监管强度每提升1%,则管线安全风险等级下降概率约为8.8%。同时,表4模型1的统计结果看,模型包含2个显著性的切点,反映低风险事故的潜连续变量(Latent Continuous Variable)将小于-25.02,中等风险事故的潜连续变量在-25.02与-23.26之间,高风险事故的潜连续变量将大于-23.26。这说明本文采用的三种风险概率具有显著差异性,事故风险划分类型具有典型性。此外,我们横向对比了模型1—模型4,发现本文采用的特征变量无论模型如何调整,均不影响其显著性和系数方向。综上所述,通过模型1—模型4的统计结果看,本文构建的模型均符合统计要求,模型构建均能够通过稳健性检验要求,因而构建的模型具有稳定性和科学性。

表4 实证模型估计结果

模型	模型1	模型2	模型3	模型4
	全变量	仅政府监管	仅社会监督	剔除核心解释变量
2. <i>Regulation_s</i> (较低社会监督)	-0.123 (-0.86)		-0.129 (-0.91)	
3. <i>Regulation_s</i> (较高社会监督)	-0.576*** (-2.78)		-0.576*** (-2.78)	
4. <i>Regulation_s</i> (高社会监督)	-0.344* (-1.25)		-0.325 (-1.19)	
2. <i>Regulation_g</i> (较低政府监管)	0.032 (0.16)	0.025 (0.12)		
3. <i>Regulation_g</i> (较高政府监管)	0.211 (0.96)	0.215 (0.98)		
4. <i>Regulation_g</i> (高政府监管)	-0.088* (-0.32)	-0.077* (-0.28)		
<i>lnjz</i>	-0.343*** (-2.65)	-0.333*** (-2.58)	-0.341*** (-2.66)	-0.332*** (-2.59)
<i>lngdp</i>	-0.767** (-2.19)	-0.784** (-2.25)	-0.758** (-2.18)	-0.773** (-2.23)
<i>lnwage</i>	1.670*** (4.73)	1.638*** (4.66)	1.652*** (4.69)	1.618*** (4.61)
<i>lnrpi</i>	-7.682** (-2.14)	-9.152*** (-2.58)	-7.733** (-2.17)	-9.244*** (-2.62)
交互项(社会监督×政府监管)	-0.001*** (-4.32)	-0.001*** (-4.73)	-0.001*** (-4.40)	-0.001*** (-4.76)
切点1(p_1)	-25.018* (-1.46)	-32.242* (-1.90)	-25.439* (-1.49)	-32.849* (-1.94)
切点2(p_2)	-23.258* (-1.35)	-30.497* (-1.80)	-23.686* (-1.38)	-31.112* (-1.84)
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
观察值	960	960	960	960
<i>LL</i>	-769.2	-774.3	-771.4	-776.7

注:a.表中***,**和*分别代表1%,5%和10%显著水平;b.表中的变量采用自然对数处理,记为ln形式。表中数据最多保留到小数点后3位。资料来源:作者利用stata15软件进行统计和整理;c.表中以低社会监督和低政府监管作为基准组,因而统计表格中不包含基准组

2. 关于社会监督和政府监管的边际效果分析。本文在上文有序 Probit 模型的估计后,估计在不同风险等级下的各省市管线事故风险发生概率,并采用局部加权回归(lowess)方法对社会监督和政府监管与风险发生概率的散点进行拟合处理,最后对趋势特征进行分析。具体分析如下:

(1) 基于社会监督的分析:本部分对社会监督在不同管线风险级别中的影响进行进一步讨论和分析。从图5看,当社会监督强度不断增强时,不同风险级别的组内事故发生概率均呈现下降趋势,但是主要的表现具有显著差异性。具体而言,从图5左上角的拟合曲线情况看,在事故风险0级组内,社会监督在5.5以内时,社会监督1个单位强度提升,引起风险发生概率下降的边际效果约为20%;在强度上升到5.5以上后,其边际效果增强,即其效果约为40%;整体而言,在0级组内社会监督的边际效果约为30%。从图5右上角的拟合曲线情况看,在事故风险1级组内,社会监督整体呈现出边际递减的规律,整体上社会监督的边际效果约为27.5%。最后,从图5左下角的拟合曲线情况看,在事故风险2级组内,社会监督的边际效果最为微弱,整体上边际效果仅约为14.2%。综上所述,我们可以发现,社会监督虽然整体对事故发生风险具有规避作用,但其主要的作用还是在低等级风险情况下,随着风险等级上升效果逐步减弱。

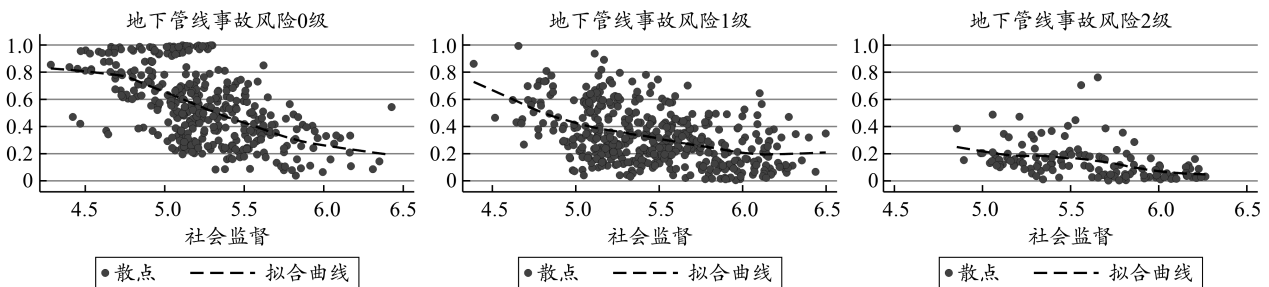


图5 社会监督对地下管线的事故率的影响

(2) 基于政府监管的分析:进一步地,本部分对政府监管在不同管线风险级别中的影响进行讨论和分析。从图6看,整体上,政府监管与社会监督的影响相类似,即当社会监督强度不断增强时,不同风险级别的组内事故发生概率均呈现下降趋势。但是,其变化趋势与社会监督大相径庭。具体而言,从图6左上角的拟合曲线情况看,在事故风险0级组内,政府监管在6以内时,社会监督1个单位强度提升,引起风险发生概率下降的边际效果约为27.2%;在强度上升到6以上后,其边际效果趋于平稳,即其效果仅仅约为0.5%;整体而言,在0级组内社会监督的边际效果约为13.33%。从图6右上角的拟合曲线情况看,在事故风险1级组内,政府监管同样整体呈现出边际递减的规律,整体上社会监督的边际效果约为16.25%。最后,从图6左下角的拟合曲线情况看,在事故风险2级组内,政府监管的边际效果最为微弱,整体上边际效果仅约为8.6%。综上所述,我们可以发现,同样政府监管整体对事故发生风险具有抑制作用,但其作用最主要效果体现在中等风险级别情况,对于低等级和高等级管线安全风险作用并不明显。

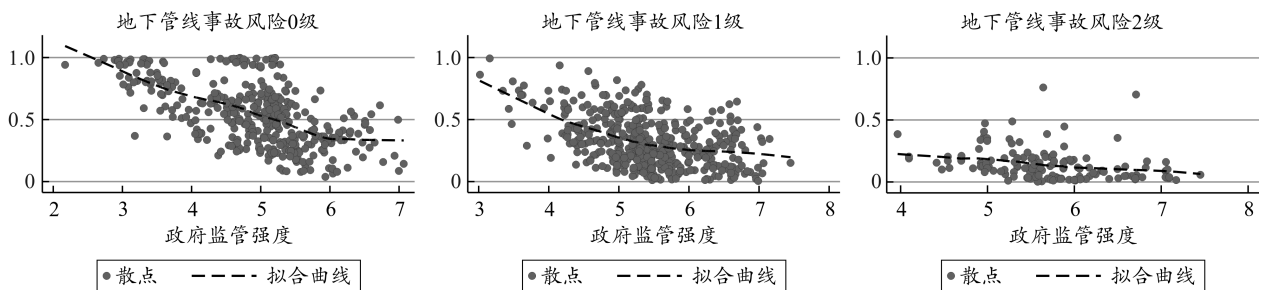


图6 政府监管强度对地下管线的事故率的影响

(3) 讨论与启示:综合上述分析,我们首先可以看到社会监督和政府监管都在降低管线安全风险方面

具有显著作用,但是两者侧重大相径庭。具体而言,社会监督强化能否在低风险等级方面具有较大的边际效果,随着风险等级的提升其边际效果会快速下降。相反,政府监管呈现出来的特征,主要是在中等风险等级方面具有较大边际效果,低风险等级领域的事故发生概率往往是政府监管的不足之处。同时,我们可以发现在高等级风险领域两者均无法体现出显著效果。由此可见,政府监管和社会监督两者之间各有不足和优势,若能够充分结合发挥两者特点,一方面有效缓解中低风险等级的事故率,另一方面在某种程度上能够对高风险等级领域起到一定预防作用。

据此,本文通过对城市地下管线的研究,得到相应启示:第一,社会监督效果主要体现在长期,政府应该创造信息更加透明的环境,促进社会监督在城市地下管线安全的监督作用;第二,政府监管应始终作为保障城市管线安全的抓手,政府监管作为一种稀缺资源,应适当在不同风险程度的地区进行合理分配,具体而言,可以在高事故数量地区施以高强度的政府监管和风险控制,而低事故数量地区适当分配强度,避免“一刀切”实施策略以影响监管效果。

五、异质性分析:基于地下管线安全分类管制

(一) 按照东中西地区的安全分类管制

本文将细分东中西部地区,分析由于地区异质性安全分类监管的差异性。这样不仅能够有效地对政府监管强度进行评估,而且能够对如何实施分类监管提出针对性建议。

从表6的估计结果看,我国东中西部地区实施的政府监管强度是存在异质性的。具体而言,东中部地区的社会监督在降低地下管线风险等级方面具有显著效果,其中,东部地区较高和高社会监督分别在90%的置信水平上,显著降低风险等级的0.347个和0.174个百分点。中部地区较高和高社会监督分别在90%的置信水平上,显著降低风险等级的0.58个和0.247个百分点。结合上文的描述性分析,本文认为这是由于东中部地区经济快速发展,城市规模快速扩展势必提升地下管线安全风险,因此实施多层次社会参与监督是对东部地区的有效方法。对于政府监管强度而言,我们可以看到中部地区高强度监管显著有效,分别95%置信水平上降低风险等级1.618个百分点。此外,本文还发现西部地区实施高强度的政府监管,不仅不会有效降低地下管线的安全风险,相反起到反向效果。这主要源于西部地区仍然处于地下管线建设初期或尚未达到初期,超前提出并实施较强的安全监管势必浪费政府在地上安全监管资源,不仅地下管线安全风险没有得到控制,地上的安全增加将连带地下风险提升。因此,本文认为城市地下管线安全监管实施需要充分考虑地区的发展阶段,实施分类监管逐步有效地推进。最后,我们从社会监督和政府监管交互项的统计结果看,无论是东中西部哪个地区,社会监督和政府监管并重的策略都将显著降低风险等级,即在99%置信水平上降低风险等级的概率分别为0.1%、0.2%和0.5%。

(二) 按照事故类型的安全分类监管

本文在东中西部地区细分基础上,进行了安全事故类型分类研究,以完善异质性事故类型的分类监管,并提出不同类型事故的分类监管建议。从表7的信息看,本文发现较高的社会监督对降低管线破损的风险等级具有显著的作用,即在99%的置信水平上降低风险等级0.958个百分点。同时,研究发现高强度的政府监管将在99%置信水平上降低管线破损风险等级0.122个百分点,但在其他类型事故上却显著提升0.229个百分点。这说明政府监管对其他类型的地下管线事故难以有效。若实施高强度的监管力度时,其他类型事故还会产生负面效果,这主要是因为其他类型事故以附加事故或间接事故为主,例如天然气管线破损造成起火或爆炸等次事故。因此,若将主要精力分配到这种类型事故上,必然会分散监管资源,主要事故的出现仍然会增加次级事故的发生风险。此外,我们还发现社会监督和政府监管并重的策略,在99%置信水平上显著降低管线破损风险等级的概率为0.1%。

表5 按东中西地区的安全分类监管估计结果

模型	模型4	模型5	模型6
	东部地区	中部地区	西部地区
2. <i>Regulation_s</i> (较低社会监督)	0.638 (1.074)	-0.271 (-0.678)	0.137 (0.342)
3. <i>Regulation_s</i> (较高社会监督)	-0.347* (-0.474)	-0.580* (-0.999)	-0.116 (-0.166)
4. <i>Regulation_s</i> (高社会监督)	-0.174* (-0.219)	-0.247* (-0.273)	0.061 (0.046)
2. <i>Regulation_g</i> (较低政府监管)	-0.190 (-0.185)	-0.269 (-0.415)	0.548 (1.182)
3. <i>Regulation_g</i> (较高政府监管)	0.144 (0.140)	0.031 (0.042)	1.016* (1.811)
4. <i>Regulation_g</i> (高政府监管)	-0.031 (-0.028)	-1.618* (-1.824)	2.170** (2.248)
<i>lnjz</i>	-0.717* (-1.533)	-0.509* (-1.602)	-0.887* (-1.381)
<i>lngdp</i>	-0.789 (-0.515)	-1.774* (-1.812)	0.341 (0.269)
<i>lnwage</i>	2.741** (1.995)	-45.650*** (-3.058)	1.551 (1.294)
<i>lnrpi</i>	6.392 (0.711)	-9.152*** (-2.58)	-17.026 (-1.439)
交互项(社会监督×政府监管)	-0.001*** (-2.907)	-0.002*** (-2.646)	-0.005*** (-3.978)
切点1(p_1)	48.564 (1.127)	-194.216*** (-2.741)	-67.282 (-1.183)
切点2(p_2)	51.640 (1.198)	-191.212*** (-2.700)	-63.976 (-1.125)
地区固定效应	控制	控制	控制
观察值	352	288	320

注:a.表中***, **和*分别代表1%, 5%和10%显著水平;b.表中的变量采用自然对数处理,记为ln形式。表中数据最多保留到小数点后3位。资料来源:作者利用stata15软件进行统计和整理;c.表中隐去了基准组项

表6 按事故类型的安全分类监管估计结果

模型	模型4	模型5	模型6
	管线破损	路面塌陷	其他类型事故
2. <i>Regulation_s</i> (较低社会监督)	-0.216 (-0.891)	-0.009 (-0.031)	0.532 (0.962)
3. <i>Regulation_s</i> (较高社会监督)	-0.958*** (-2.697)	-0.145 (-0.354)	1.097 (1.515)
4. <i>Regulation_s</i> (高社会监督)	-0.521 (-1.107)	-0.282 (-0.529)	1.241* (1.457)
2. <i>Regulation_g</i> (较低政府监管)	0.048 (0.143)	0.315 (0.731)	0.108 (0.132)
3. <i>Regulation_g</i> (较高政府监管)	0.372 (0.999)	0.642 (1.367)	0.229 (0.263)

(续表6)

模型	模型4	模型5	模型6
	管线破损	路面塌陷	其他类型事故
4. <i>Regulation_g</i> (高政府监管)	-0.122** (-1.258)	0.366 (0.648)	0.118** (1.122)
<i>lnjz</i>	-0.609*** (-2.756)	-0.006 (-0.021)	-1.099** (-2.260)
<i>lngdp</i>	-1.192** (-1.971)	-2.014*** (-2.696)	-2.110* (-1.871)
<i>lnwage</i>	2.808*** (4.506)	1.802** (2.509)	3.051** (2.515)
<i>lnrpi</i>	-13.416** (-2.156)	-12.258* (-1.706)	2.926 (0.271)
交互项(社会监督×政府监管)	-0.001*** (-4.302)	0.000 (0.007)	-0.000 (-1.022)
切点1(p_1)	-43.727* (-1.467)	-51.842* (-1.505)	28.400 (0.545)
切点2(p_2)	-40.724* (-1.366)	-48.010* (-1.394)	33.125 (0.635)
地区固定效应	控制	控制	控制
观察值	960	960	960

注:a.表中***, **和*分别代表1%, 5%和10%显著水平;b.表中的变量采用自然对数处理,记为ln形式。表中数据最多保留到小数点后3位。资料来源:作者利用stata15软件进行统计和整理;c.表中隐去了基准组项

六、结论与对策建议

城市地下管线是重要的市政公用基础设施,为城市提供水资源、燃气资源、电能、通信服务等基础性资源、能源或服务。城市地下管线安全成为决定城市能否高质量发展的关键因素,因而备受政府和学界关注。但社会监督和政府监督能否提升城市地下管线安全仍是亟须研究的重要话题。本文在中国城市规划协会地下管线专业委员会协助下,对全国地下管线风险事故案例进行充分分析和整理,得到全国各省市的2018年4月—2020年9月月度微观数据,并利用Python技术爬取以“管线安全+社会监管”为关键词的百度搜索指数,分析了社会监督和政府监管对中国城市地下管线安全影响和异质性效果。研究发现:社会监督对地下管线安全作用主要体现在低风险等级领域,政府监管能够有效解决社会监督的中高风险等级的效果不足问题。同时,政府监管手段和强度应有的放矢,将高强度政府监管资源重点分配在高风险地区,不能进行简单“平均化”处理,否则将削弱了政府监管效果。最后,通过异质性分析,本文还得到空间分布和不同事故类型的政府分类监管策略,即依靠城市发展阶段和事故类型实施和设置监管强度,避免均等化地投入大量监管资源,造成资源浪费。根据研究结果,本文提出以下针对中国城市地下管线安全的对策和建议。

第一,针对城市地下管线安全和建设规范,有侧重地加大政府监管力度。针对城市地下管线管理应不断完善其管理条例,逐步形成相应的法律,以保障地下管线安全运营。在立法过程中,首先应该明确管线管理主体和执法主体及其相应责任义务,对于主体行为进行合理引导激励,对违规行为进行严厉处罚。其次,尊重地区实际情况,因地制宜地指定地方城市管线的规划、测量、建设、档案信息管理以及日常运营与安全应急等程序。最后,强化城市地下管线的标准规范的修订更新工作,在充分了解行业和市场需求的基础上实现规划、管理和建设的规范动态化,避免出现地方标准和国家标准矛盾等问题。第四,避免政府监管执行力度均等化,将稀缺的监管资源有侧重地对高风险地区或城市进行倾斜和部署,削弱执行效果。

第二,积极引导社会参与和监督,扩大城市地下管线安全宣传。政府应充分发挥行业组织的积极作用。各城市应设立统一的地下管线服务专线。充分运用多种媒体和宣传形式,加强城市地下管线安全和应急防灾知识的普及教育,开展“管线挖掘安全月”主题宣传活动,增强公众保护地下管线的意识。建立举报奖励制度,鼓励群众举报危害管线安全的行为。

第三,因地制宜地建立健全各地区的综合安全信息体系,通过动态信息共享和交流减少信息不对称性。认真组织开展城市地下管线普查工作,逐步建立起城市地下管线埋设情况的总体骨架,形成依托城市地理信息系统的城市地下管线图纸,建设城市统一的地下管线信息管理平台,确保管线信息的统一性和权威性。规划行政主管部门负责城市统一的地下管线信息管理平台的筹建和维护,并提出满足录入这一平台的电子数据格式及相关的技术要求。加强地下管线档案管理工作,建立城市地下管线数据库,地下管线综合数据库包括地下管线空间坐标数据和属性数据,是“城市地下管线信息管理系统”必备的基础数据库。通过地下管线综合数据库,实现地下管线动态管理,随时增补最新的管线数据,保证管线系统数据的现实性,确保管线信息的权威性,从而更好地为城市地下管线维护、建设和管理服务。管线建设单位到相关部门办理道路开挖手续前,必须到城建档案馆查询有关地段地下管线现状资料,地下管线完工后、覆土前必须实施强制的竣工测量活动,形成管线竣工测量数据及时入库、管线复杂地区修补和管线应急抢修线位变化及时报备等构成的地下管线信息数据库动态更新机制,最大可能地保障管线信息数据的全面性和准确性。形成城市地下管线工程查询利用制度,促进地下管线安全信息化建设。

参考文献:

- [1]王珏.杭州城市地下管线综合管理研究[D].杭州:浙江大学建筑工程学院,2006.
- [2]CREW W A,KLEINDORFER P R. The economics of public utility regulation[M]. Berlin:Springer,1986.
- [3]吴敏,周黎安.晋升激励与城市建设:公共品可视性的视角[J].经济研究,2018(12):99-113.
- [4]MANI A,MUKAND S. Democracy, visibility and public good provision[J]. Journal of Development Economics,2007,83(2):506-529.
- [5]马锋,马洁.城市电网地下管线智能运行监控与安全预警系统研究[J].通信电源技术,2019(8):2.
- [6]朱兰兰,常倩.基于公共安全理念的地下管线档案风险分析及对策[J].北京档案,2020(4):27-29.
- [7]YU J,ZHOU L A,ZHU G. Strategic interaction in political competition:evidence from spatial effects across Chinese cities[J]. Regional Science and Urban Economics,2016,57:23-37.
- [8]李成媛.城市地下管网及其设施的公共安全隐患及预防[J].法制与社会,2017(1):205-207.
- [9]虞洋,宋周莺,史坤博.基于百度指数的中国省域间信息联系网络格局及其动力机制[J].经济地理,2019(9):149-157.
- [10]王韧.环境规制与绿色技术创新的动态关联——基于“波特假说”的再检验[J].科技管理研究,2020(8):243-250.
- [11]葛玉好,赵媛媛.城镇居民收入不平等的原因探析——分位数分解方法的视角[J].中国人口科学,2010(1):12-20.
- [12]许丹艳,刘颖,严建国.基于城市地下空间公共安全的管线间距控制研究[J].现代城市研究,2018(11):107-110.
- [13]徐匆匆,马向英,何江龙,等.城市地下管线安全发展的现状、问题及解决办法[J].城市发展研究,2013(3):108-112,118.
- [14]王开科,薛梅林.投入成本,生产率调整与R&D产出价格指数测算[J].统计与信息论坛,2020(6):17-23.



(责任编辑 郭宝才 王 权)